

13.2.2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 8月20日
Date of Application:

出願番号 特願2003-296582
Application Number:
[ST. 10/C] : [JP2003-296582]

出願人 日本電信電話株式会社
Applicant(s):

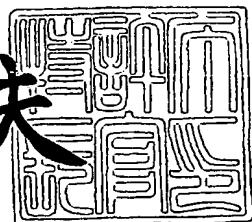
RECEIVED	
02 APR 2004	
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3022452

【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTI155765
【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特許出願
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04B 10/20
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 田野辺 博正
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 野口 一人
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 岡田 顯
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 松岡 茂登
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100069981
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 吉田 精孝
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008866
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

波長ルータ装置と、N個（Nは2≤N≤Mを満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムにおいて、

各通信ノード装置の計時時刻を同期させる時刻同期手段を設けると共に、

前記通信ノード装置に、

ネットワークトポロジの変更に必要な前記波長可変光源部と前記受信波長可変受信部のそれぞれの新たな波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を記憶する情報記憶手段と、

計時時刻が前記情報記憶手段に記憶されているネットワークトポロジ変更時刻に到達した際、前記情報記憶手段に記憶されている波長変更情報に基づいて、前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を一斉に自律的に変更する波長変更手段とを備えた

ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項2】

請求項1に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、

各通信ノード装置に対して時刻情報を配信する時刻情報配信手段を有する中央制御装置を備え、

前記通信ノード装置は、前記中央制御装置から配信された時刻情報に基づいて自己の計時時刻を補正する時刻補正手段を有し、

全ての通信ノード装置の時刻が前記中央制御装置から配信された時刻情報に基づいて同期する

ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項3】

請求項2に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、

前記中央制御装置は、ネットワークトポロジ変更時に必要となるそれぞれの前記通信ノード装置での波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を前記通信ノード装置に個別に送信する手段を備え、

前記通信ノード装置の情報記憶手段は、前記中央制御装置から受信した波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を記憶する手段を有する

ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項4】

請求項1に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、

他の通信ノード装置に対して時刻情報を配信する時刻情報配信手段を特定の通信ノード装置に備え、

前記他の通信ノード装置は、前記特定の通信ノード装置から配信された時刻情報に基づいて自己の計時時刻を補正する時刻補正手段を有し、

全ての通信ノード装置の時刻が前記特定の通信ノード装置から配信された時刻情報に基づいて同期する

ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項5】

請求項4に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、前記特定の通信ノード装置は、ネットワークトポロジ変更時に必要となるそれぞれの前記通信ノード装置での波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を前記通信ノード装置に個別に送信する手段を備え、

前記他の通信ノード装置の情報記憶手段は、前記特定の通信ノード装置から受信した波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を記憶する手段を有することを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項6】

請求項3に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、前記中央制御装置に、管理者によって前記ネットワークトポロジの変更情報を入力するためのネットワークトポロジ変更操作手段を有する管理装置を備え、管理者によってネットワークトポロジの変更を可能としたことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項7】

請求項5に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、前記特定の通信ノード装置に、管理者によってネットワークトポロジの変更情報を入力するためのネットワークトポロジ変更操作手段を有する管理装置を備え、管理者によってネットワークトポロジの変更を可能としたことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項8】

請求項3又は請求項5に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、全ての前記通信ノード装置に、管理者によってネットワークトポロジの変更情報を入力するためのネットワークトポロジ変更操作手段を有する管理装置を備え、管理者によってネットワークトポロジの変更を可能としたことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項9】

請求項8に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、前記通信ノード装置は、ネットワークトポロジ変更前後における通信ノード装置の状態を表す通信ノード状態情報の生成手段と、前記通信ノード装置間において前記通信ノード状態情報の送信及び受信する通信ノード状態情報送受信手段と各通信ノード装置の通信ノード状態情報を記録する通信ノード状態情報記録手段とを備えていることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項10】

請求項6に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、前記通信ノード装置は、ネットワークトポロジ変更前後における通信ノード装置の状態を表す通信ノード状態情報の生成手段と、前記通信ノード状態情報を前記中央制御装置に送信する手段とを備え、前記中央制御装置は、ネットワークトポロジを変更する前記通信ノード装置が送信する前記通信ノード状態情報を受信および記録する手段と、全ての前記通信ノード装置の前記通信ノード状態情報を一元管理する通信ノード状態管理手段とを備えていることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項11】

請求項7に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、

前記他の通信ノード装置は、
ネットワークトポロジ変更前後における通信ノード装置の状態を表す通信ノード状態情報の生成手段と、

前記通信ノード状態情報を前記特定の通信ノード装置に送信する手段とを備え、
前記特定の通信ノード装置は、
ネットワークトポロジを変更する前記通信ノード装置が送信する前記通信ノード状態情報を受信および記録する手段と、
全ての前記通信ノード装置の前記通信ノード状態情報を一元管理する通信ノード状態管理手段とを備えている
ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項12】

請求項10又は請求項11に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、
全ての前記通信ノード装置は、
ネットワークトポロジ変更の開始前において、前記通信ノード状態情報をネットワークトポロジ変更要求状態情報へと変化させた後に該ネットワークトポロジ変更要求状態情報を送信する手段を備えている
ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項13】

請求項12に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、
前記通信ノード装置は、
他の通信ノード装置から前記ネットワークトポロジ変更要求状態情報を受信する手段と、
前記ネットワークトポロジ変更要求状態情報を受信した際に、送信元の前記通信ノード装置に対してネットワークトポロジ変更の許可あるいは拒絶メッセージを返信する手段とを備え、
前記ネットワークトポロジ変更要求状態情報の送信元となる通信ノード装置は、ネットワークトポロジ変更の拒絶メッセージを受信した際に、自らのネットワークトポロジ変更実施を抑制する手段を備えている
ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項14】

請求項12又は請求項13に記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、
前記通信ノード装置は、
記録されたその他の前記通信ノード装置の前記通信ノード状態情報の中にネットワークトポロジ変更要求状態情報の存在の有無を検索する手段と、
前記検索手段を実施した結果、前記ネットワークトポロジ変更要求状態情報が発見された場合に、ネットワークトポロジ変更実施を抑制する手段とを備えている
ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項15】

請求項1乃至請求項14の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、
各装置間で伝送される制御信号の光信号波長が、前記通信ノード装置間接続で使用する本信号の波長帯域と異なる波長に設定されており、
前記通信ノード装置および前記波長ルータ装置のそれぞれに前記本信号と前記制御信号を合波及び分波可能な波長多重フィルタが配置され、
前記本信号で使用する光伝送路が前記制御信号の光伝送路として共有されている
ことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項16】

請求項1乃至請求項14の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、
各装置間で伝送される制御信号の光伝送路が前記通信ノード装置間接続で使用される本信号の光伝送路とは別に設けられていることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項17】

請求項1乃至請求項14の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、各装置間で伝送される制御信号の伝送路が公衆網やインターネット網によって構成されていることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項18】

請求項1乃至請求項17の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、L個の前記波長可変光源部に導入される光素子が、波長可変レーザと変調器を直列に接続あるいは互いに集積させた素子構造、または直接変調可能な半導体レーザからなり、これらがL×1光カプラによって接続された構成を持つと共に、

L個の前記受信波長可変受信部は、直列に接続された光受信器と波長可変フィルタとがL×1光カプラに接続された構成を持つことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項19】

請求項1乃至請求項17の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、L個の前記波長可変光源部に導入される光素子が、波長可変レーザと変調器を直列に接続、あるいは互いに集積させた素子構造、または直接変調可能な半導体レーザからなり、これらの光素子が直列接続されたL×NスイッチとN×1合波器に対して直列に接続された構成を持つと共に、

L個の前記受信波長可変受信部は、それぞれが直列に接続された光受信器と波長可変フィルタからなり、これらの受信波長可変受信部が直列接続されたL×NスイッチとN×1合波器に対して直列に接続された構成を持つことを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項20】

請求項1乃至請求項19の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、波長ルータ装置がM入力M出力のアレイ導波路回折格子からなることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項21】

請求項1乃至請求項19の何れかに記載の波長多重光ネットワークシステムにおいて、波長ルータ装置がM入力M出力の波長周回性のアレイ導波路回折格子からなることを特徴とする波長多重光ネットワークシステム。

【請求項22】

波長ルータ装置と、中央制御装置と、N個（Nは $2 \leq N \leq M$ を満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

前記中央制御装置の指示に基づいて、前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムの前記中央制御装置であって、

各通信ノード装置に対して時刻情報を配信する時刻情報配信手段を備えていることを特徴とする中央制御装置。

【請求項23】

波長ルータ装置と、N個（Nは $2 \leq N \leq M$ を満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、

波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムの前記通信ノード装置において、

計時時刻を他の通信ノード装置の計時時刻と同期させる時刻同期手段と、

ネットワークトポロジの変更に必要な前記波長可変光源部と前記受信波長可変受信部のそれぞれの新たな波長変更情報とネットワークトポロジ変更時刻情報を記憶する情報記憶手段と、

前記計時時刻が前記情報記憶手段に記憶されているネットワークトポロジ変更時刻に到達した際、前記情報記憶手段に記憶されている波長変更情報に基づいて、前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を一斉に自律的に変更する波長変更手段とを備えている

ことを特徴とする通信ノード装置。

【請求項24】

波長ルータ装置と、N個（Nは $2 \leq N \leq M$ を満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

コンピュータ装置からなるトポロジ変更制御装置からの指示に基づいて、前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムの前記トポロジ変更制御装置のコンピュータプログラムにおいて、

各通信ノード装置の時刻同期処理を行うステップと、

各通信ノード装置の送信及び受信可能な波長範囲を取得するステップと、

トポロジ変更対象となるトポロジの指定ならびに通信ノード及び波長パスとトポロジ変更時刻の指定を情報として外部から入力するステップと、

前記取得した波長範囲及び前記入力情報に基づいて、トポロジ変更となる通信ノード装置での新たな波長情報ならびにトポロジ変更時刻情報を決定し、これらをトポロジ変更対象となる通信ノード装置に送信するステップと、

前記トポロジ変更対象の通信ノード装置から受信完了メッセージを受信するステップと、

トポロジ変更対象とならない通信ノード装置に対してトポロジ変更が実施されることを通知するステップと、

前記トポロジ変更実施時刻を過ぎた後に、前記トポロジ変更対象となる通信ノード装置から変更完了メッセージを受信するステップとを含む

ことを特徴とするトポロジ変更制御装置のコンピュータプログラム。

【請求項25】

波長ルータ装置と、コンピュータ装置からなるN個（Nは $2 \leq N \leq M$ を満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、

波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

コンピュータ装置からなるトポロジ変更制御装置からの指示に基づいて、前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムの前記通信ノード装置のコンピュータプログラムにおいて、

他の通信ノード装置との時刻同期処理を行うステップと、

前記トポロジ変更制御装置から設定波長情報をトポロジ変更時刻情報を受信したときに、該トポロジ変更予定時刻まで待機して該トポロジ変更予定時刻に達したときに、前記波長可変光源及び波長可変フィルタの設定波長の変更処理を行うステップと、

前記変更処理の終了後に前記トポロジ変更制御装置へのトポロジ変更完了メッセージを送信するステップとを含む

ことを特徴とする通信ノード装置のコンピュータプログラム。

【請求項26】

波長ルータ装置と、コンピュータ装置からなるN個（Nは $2 \leq N \leq M$ を満たす整数、ただしMは2以上の整数）の通信ノード装置によって構成され、

前記波長ルータ装置は、光入力ポートと光出力ポートをそれぞれM個備え、

前記N個の通信ノード装置は、L個（Lは2以上N以下の整数）の波長可変光源部と、波長可変フィルタによって構成されるL個の受信波長可変受信部と、前記波長可変光源部と受信波長可変受信部を制御する制御部とを備えると共に光伝送路によって前記波長ルータ装置と接続されて物理的にスタートポロジを形成し、

コンピュータ装置からなるトポロジ変更制御装置からの指示に基づいて、前記制御部によって前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を制御することにより、前記波長ルータ装置での波長ルーティング特性に従って対向接続する異なる通信ノード装置を任意に選択して、複数の前記通信ノード装置間の接続によって構成されるネットワークトポロジの変更が可能な波長多重光ネットワークシステムの前記通信ノード装置のコンピュータプログラムにおいて、

他の通信ノード装置との時刻同期処理を行うステップと、

トポロジ変更を実施する際に、初期化された通信ノード状態情報をトポロジ変更予約状態に変更するステップと、

前記トポロジ変更予約状態とされた通信ノード状態情報を前記トポロジ変更制御装置ならびに他の通信ノード装置に送信するステップと、

他の通信ノード装置の通信ノード状態情報がトポロジ変更予約状態とされているか否かを確認するステップと、

前記確認の結果、他の通信ノード装置の通信ノード状態がトポロジ変更予約状態とされていないとき、新たなトポロジの構成に必要な通信ノード間のパスを外部から入力するステップと、

前記パス入力情報を前記トポロジ変更制御装置に送信するステップと、

前記トポロジ変更制御装置から前記パス入力情報に基づくトポロジ変更が許可されたとき、トポロジ変更時刻情報を含むトポロジ変更確認メッセージを他の通信ノード装置に送信するステップと、

前記トポロジ変更制御装置から前記波長変更情報とトポロジ変更時刻とを含むトポロジ変更指示情報を受信し、他の通信ノード装置の通信ノード状態情報が変更要請受付完了状態であるときに、自己の通信ノード状態情報を受信完了状態として前記トポロジ変更制御装置に送信するステップと、

前記トポロジ変更指示情報に基づいて、前記波長可変光源部の出力波長及び前記受信波長可変受信部の受信波長を変更するステップと、

トポロジ変更を要請した通信ノード装置からトポロジ変更予告メッセージを受信し、トポロジの変更を了承するときに、通信ノード状態情報を変更要請受付完了状態に設定して該通信ノード状態情報を前記トポロジ変更制御装置及び前記トポロジ変更を要請した通信ノード装置に送信するステップと、

トポロジ変更を要請した通信ノード装置からトポロジ変更予告メッセージを受信し、トポロジの変更を拒否するときに、通信ノード状態情報を変更要請拒否状態に設定して該通信ノード状態情報を前記トポロジ変更制御装置及び前記トポロジ変更を要請した通信ノード装置に送信するステップとを含む

ことを特徴とする通信ノード装置のコンピュータプログラム。

【請求項27】

請求項24乃至請求項26の何れかに記載のコンピュータプログラムが記憶されていることを特徴とするコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】波長多重光ネットワークシステム及びその中央制御装置並びに通信ノード装置及びコンピュータプログラムと情報記憶媒体

【技術分野】**【0001】**

この発明は、M入力M出力（Mは2以上、N以下の整数）の波長ルータ装置に接続されるN個（Nは2以上の整数）の通信ノード装置において、通信ノード装置間接続に使用する光信号の波長を変更することにより、通信ノード装置間接続でのトポロジを動的に変更可能な波長多重光ネットワークシステムに属する。

【背景技術】**【0002】**

波長多重光ネットワークシステムに接続される通信ノード装置において、通信ノード装置間接続で使用される光信号の波長を任意に変化させることにより、選択的に任意の通信ノード装置と接続可能な波長多重光送受信装置の検討が物理的にリンクトポロジを持つネットワークにおいて進められている（例えば、特開2001-285323号公報、特開平7-202845号公報）。

【0003】

例えば、特開平7-202845号公報に開示される通信ノード装置は、図41に示すように構成され、分波器1は、入力してくる光信号を波長に依らずに2つに分割するものであり、光ファイバー中を伝送される8つの波長の光信号を入力し、フィルタ2と、固定波長受信部A4と、固定波長受信部B11に出力する。

【0004】

フィルタ2は、分波器1から出力される8つの波長の光信号のうち、当該端末が送受信する2波長 λ_s （短い方の波長）、 λ_e （長い方の波長）を遮断し、他の波長を透過する機能を有している。

【0005】

分波器3は、フィルター2から透過された6つの波長の光信号と、可変波長送信部A7と可変波長送信部B14から出力される2つの波長（ λ_s 、 λ_e ）の光信号を、合波し、図示しない光ファイバーに送出する。送出された光信号は、図示しない光ファイバーを介して、隣接する端末装置の分波器1に入力される。

【0006】

固定波長受信部A4は、固定波長フィルターと、フォトディテクターから成り分波器1から出力される2つの波長の光信号（ λ_s 、 λ_e ）のうち、波長 λ_s の光信号のみを受信し、電気信号に変換する機能を有している。同様に固定波長受信部B11は、波長 λ_e の光信号のみを受信し、電気信号に変換する。

【0007】

セレクタA、B（5、12）はそれぞれ、受信したデータに付与されている受信あて先情報を参照し、受信データが、自端末宛であれば、受信データをデータ処理部に出力する。また、受信データが、自端末宛でなく、中継を行うものである場合は、受信あて先情報に応じて、記憶部A、Bの所定のデュアルポートメモリに出力する。

【0008】

記憶部A、B（6、13）は、送信波長の指定のあるデータに対応して送信波長ごとに、2個のデュアルポートメモリを送信波長の指定のないデータに対応して1つのデュアルポートメモリを有している。

【0009】

可変波長送信部A、B（7、14）はそれぞれ、波長 λ_s と波長 λ_e の2つの波長で伝送データを光信号に変換して送出する機能を有している。可変波長送信部A7と、固定波長受信部Aが対となっており、可変波長送信部14と固定波長受信部B11が対である。

【0010】

端末装置のデータ処理部8は、他端末から送信されて来たデータに所望の処理を行うと

ともに、自端末から他端末に送信すべきデータに、受信宛て先情報の付与等の処理を行い、記憶部A6又は記憶部B13に出力する。

【0011】

送信終了検出部9は、記憶部A6及び記憶部B13の各デュアルポートメモリに記憶されているデータの送信終了を検出し、波長制御部10に波長切替え信号を出力する。波長制御部10は可変波長送信部A、Bで用いられる後述するチューナブルレーザダイオード(以下TLD)の注入電流を制御することによって、発振波長を λ_s と λ_e に制御する。

【特許文献1】特開2001-285323号公報

【特許文献2】特開平7-202845号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかしながら、ネットワーク設計時におけるトポロジの制御および変更に当たっては中央制御装置による一括管理方式あるいは装置単体に設定を与える方式が一般であるものの、前者では通信ノード装置に備えられる波長可変光源や波長可変フィルタの制御に多種の制御情報が必要となるため、トポロジの変更を実施するに当たって通信ノード数の増大と共に中央制御装置への負荷が増大してしまい、速やかなトポロジの変更を困難にしており、後者ではネットワークの初期構成時あるいはトポロジ変更におけるネットワークの構成変更時において異なる通信ノードに対して個別に波長可変光源や波長可変フィルタの設定を与える必要があり、ネットワーク管理者の負担が生じていた。

【0013】

また、制御手法が明記された上記の特開平7-202845号公報記載のネットワークシステムにおいては、他の通信ノード装置との接続に使用する本信号波長の検索および決定にかかる制御を通信ノード装置において自律的に実施させているものの、使用する2波長を連続した隣接する波長として制限しているだけでなく、2波長以上の複数波長を使用してより多数の通信ノード装置との接続を考慮した際、図41に示した通信ノード装置内でのデータ処理部8で必要とする処理時間の拡大が懸念される。

【0014】

しかし、波長多重光ネットワークシステムでは、トラヒックパターンの変化やネットワークのより効率的な利用に基づいてトポロジ変更を迅速に実施する必要があり、トポロジ変更を開始してから完了までに要する時間が長いことはネットワークの安定なる運用面において好ましいとは言えず、高速なトポロジ変更が可能であることが望まれていた。

【0015】

本発明は前記事項に鑑みて創作されたもので、その目的とするところは、全ての通信ノード装置の時刻同期を中央制御装置によって実施可能とし、トポロジ変更に必要な通信ノード装置の送信信号波長情報、受信信号波長情報をトポロジ変更時刻情報と共に中央制御装置から通信ノード装置に伝達し、トポロジ変更時刻に達した際にはノード装置が自律的に送信波長、受信波長を高速に変更可能な波長多重光ネットワークシステムを提供することにある。

【発明の効果】

【0016】

本発明の波長多重光ネットワークシステムは、通信ノード装置に配置した波長可変光源と、光スイッチ、あるいは波長可変フィルタによって光路をダイナミックに変更することにより通信相手や論理トポロジをダイナミックに再構成し、当該通信ノード装置と波長ルータ装置との間で本信号と制御信号とが同一光伝送路中を送受信可能なネットワークにおいて、ネットワークを一元管理する中央制御装置、あるいは通信ノード装置からトポロジ変更を可能にするとともに、任意の通信ノード装置からのトポロジ変更要請の競合制御を可能とし、全ての通信ノード装置の時刻同期によってスケジューリングされた指定時刻において高速にトポロジ変更されることを可能にするという非常に優れた効果を奏するものである。

【0017】

また、本発明の中央制御装置及び通信ノード装置を用いることにより上記の波長多重光ネットワークシステムを容易に構成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0018】**

以下、図面に基づいて本発明の一実施形態を説明する。

【第1実施形態】**【0019】**

図1乃至図5は、本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムを示す構成図である。

【0020】

図中の201, 202, 203, 204は通信ノード、2501, 2502, 2503, 2504は通信ノード装置、1601, 1602, 1603, 1604は伝送装置、101は波長ルータ装置、600a, 600b, 600c, 600dならびに601a, 601b, 601c, 601dは光ファイバ等の伝送路、301はトポロジ変更制御装置としての中央制御装置、3012はスイッチである。

【0021】

図1乃至図5に示したシステムは4個の通信ノード201, 202, 203, 204が波長ルータ装置101に光ファイバ等の伝送路601a, 601b, 601c, 601dによって光接続されたスター型物理トポロジを有する。

【0022】

後述の本信号にはITUグリッド上に配置した1.5ミクロン帯の波長が、制御信号には1.3ミクロン帯の波長が適用できるが、これに限定されることは無く、本信号で使用した波長帯域外の波長を制御信号に適用し、後述の波長多重(WDM)フィルタで本信号と制御信号とを分離または結合できるものを用いればよい。また、本実施形態では、通信ノードの数を4つとした場合について説明するが、4つである必然性はなく、通信ノードの数は2以上の整数であればよい。さらに、本実施形態では波長可変光源1301～1312をSSG-DBRレーザ等の波長可変半導体レーザを変調器1201～1212によって外部変調する形態を示したが、これに限る必要は無く、直接変調可能な波長可変半導体レーザを適用することも可能である。また、波長可変光源部として導入される光素子が、波長可変レーザ等の波長可変光源1301～1312と変調器1201～1212を直列に接続、或いはこれらが互いに集積させた素子構造、または直接変調可能な半導体レーザからなり、これらが直列接続されたL×NスイッチとN×1合波器に対して直列に接続された構成を持つようにしても良い。

。

【0023】

全ての通信ノード201, 202, 203, 204は、伝送装置1601～1604および通信ノード装置2501～2504を備える。伝送装置1601～1604は、伝送装置インターフェース(I/F)1701～1704を備え、これらの伝送装置インターフェース(I/F)1701～1704は光ファイバ1501～1512によって通信ノード装置2501～2504に備えられた波長可変送受信部1105～1108に接続されている。

【0024】

伝送装置1601～1604に配置された伝送装置I/F1701～1704から出力される光データ信号は波長可変送受信部1105～1108に配置された波長可変光源1301～1312及び変調器1201～1212を通じてITUグリッド上に配置された1.5ミクロン帯の波長と変換されて本信号となり、3×1光カップラ901～908によって複数の本信号が結合され、WDMフィルタ809a～816aを通り光ファイバなどの伝送路600a～600dによって波長ルータ装置101に配置されたWDMフィルタ809b～816bを透過した後に波長ルータ装置101に備えられた光入力ポート401～404へと向かう。

【0025】

光入力ポート401～404に入力された本信号は、波長ルータ装置101の波長ルーティング特性に従って波長毎に波長ルータ装置101に配置された光出力ポート501～504へと出力さ

れる。

【0026】

光出力ポート501～504から出力される本信号は、波長ルータ装置101に配置されたWD Mフィルタ809b～816bを透過してファイバ等の伝送路によってWDMフィルタ809a～816aへと到達し、波長可変送受信部1105～1108に配置された光カップラ901～908によって分波された後に、光ファイバによって接続された波長可変フィルタ1401～1412を透過した後に光ファイバ1501～1512によって伝送装置I/F1701～1704へと到達し、伝送装置1601～1604に設けられた図示せぬ光受信器にて終端される。尚、本実施形態では、受信波長可変受信部を、それぞれが直列に接続された前記光受信器と波長可変フィルタ1401～1412とから構成したが、これらが直列接続されたL×NスイッチとN×1合波器に対して直列に接続された構成を持つようにしても良い。

【0027】

通信ノード装置2501～2504には通信ノード制御部1101～1104が備えられ、さらに、通信ノード制御部1101～1104には前記制御信号の入出力インターフェースとなる制御インターフェース(I/F)1801～1804、波長可変光源1301～1312および波長可変フィルタ1401～1412を監視ならびに制御する監視制御部1901～1904と波長制御部2001～2004、そして時刻を保持するシステムクロック2401～2404、システムクロック2401～2404を制御する時刻制御部2101～2104、ならびに、後述するソフトウェアや設定波長データベースを保持するメモリ要素部2301～2304、ならびに、これらを制御する中央演算部(CPU)2201～2204が備えられている。

【0028】

中央制御装置301には、前記制御信号の入出力インターフェースとなる制御インターフェース(I/F)2601、波長可変送受信部1105～1108が出力する受信可能な波長範囲を表した波長資源データベース2606、通信ノード装置2501～2504の障害情報を記録する障害記録データベース2607、そして、時刻を保持するシステムクロック2603、システムクロック2603を制御する時刻制御部2602、ならびに、後述するソフトウェアを保持するメモリ要素部2604、さらに、これらを制御する中央演算部(CPU)2605、そして、ネットワークトポロジ(以降トポロジと称する)管理者インターフェース(I/F)2608が備えられている。

【0029】

トポロジ管理者I/F2608はトポロジ管理者コンソール端末2609と接続し、人間の操作によってトポロジ管理者コンソール端末2609から入力される情報を受信すると共に、中央制御装置301によって出力される情報をトポロジ管理者コンソール端末2609に送信する。

【0030】

通信ノード制御部1101～1104に配置された制御I/F1801～1804は、光ファイバによってWDMフィルタ809a～816aに接続され制御信号の送信および受信で使用する伝送路を前記本信号で使用する光ファイバの伝送路と共有させている。また、波長ルータ装置101に配置されたWDMフィルタ809b～816bは光ファイバによってスイッチ3012に接続されると共にスイッチ3012の1つの入出力ポートを中央制御装置301に配置された制御I/F2501に接続し、WDMフィルタ809b～816bによって制御信号の光路をスイッチ3012へと向かわせる。これによって、中央制御装置301に配置された制御I/F2601と通信ノード制御部1101～1104に配置された制御I/F1801～1804がスイッチ3012を中継することによって接続可能となり、前記制御信号を本信号で使用している光ファイバなどの伝送路と共有しながら送受信可能となる。

【0031】

図6および図7は、前記図1乃至図5で記載した中央制御装置301に配置された時刻制御部2602と通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104との間での時刻情報に関する制御信号の送受信ならびにその処理の流れを示した図である。

【0032】

通信ノード装置2501～2504に配置された波長可変送受信部1105～1108に含まれる波長可変光源1301～1312および波長可変フィルタ1401～1412を制御するに当たり、波長の変更が

生じた際にその都度中央制御装置301と制御情報を送受信する方式では、通信ノード201～204の数が増大した場合、制御情報も同時に増加してしまい中央制御装置301への負荷が増大する。そこで、本システムでは後述するように波長変更にかかる情報と変更時刻を制御信号に乗せてあらかじめ通信ノード制御部1101～1104に送り、変更時刻に達したときに通信ノード制御部1101～1104が自律的に波長変更を波長可変光源1301～1312ならびに波長可変フィルタ1401～1412に対して実施する。これを実現するに当たっては、中央制御装置301に配置されたシステムクロック2603と通信ノード制御部1101～1104に配置されたシステムクロック2401～2404との同期が必要であるが、本システムでは中央制御装置301に配置された時刻制御部2602を時刻配信サーバとすると共に通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104を時刻クライアントとして構成している。

【0033】

まずははじめに、中央制御部301に配置された時刻制御部2602がシステムクロック2603から時刻を取得する(3001, 3001s)。通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104は、中央制御装置301に配置された時刻制御部2602に対して時刻問合せ信号(3002a, 3004a, 3006a)を前記制御信号に乗せて送信し、これを受けた時刻制御部2602が時刻制御部2101～2104に対して時刻情報信号(3002a, 3004a, 3006a)を送信する。時刻制御部2101～2104はランダムに時刻問合せ信号を時刻制御部2602に送信し、その返答として時刻情報を受け取り(3002s, 3004s, 3006s)、時刻問合せの集中を回避して中央制御装置301への処理に係わる負荷を低減させている。

【0034】

時刻制御部2101～2104で受け取った前記時刻情報を基にシステムクロック2401～2404に時刻を与える(3003, 3005, 3007, 3003s, 3005s, 3007s)、その結果として中央制御装置301に配置されたシステムクロック2603と通信ノード制御部1101～1104に配置されたシステムクロック2401～2404が時刻同期することになる。なお、本実施形態では中央制御装置301に配置された時刻制御部2602を時刻配信サーバとし、通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104を時刻問合せ・受信クライアントと説明しているが、時刻制御部2602が時刻配信サーバである必然性は無く、時刻制御部2602、時刻制御部2101～2104のうちのいずれか1つが時刻配信サーバになればよい。また、時刻制御情報を乗せた制御信号としてネットワークタイムプロトコル(NTP)が適用可能であるが、これに限る必要は無くシンプルネットワークタイムプロトコル(SNTP)あるいは独自の時刻制御信号でも良い。

【0035】

図8及び図9はトポロジ変更に際しての中央制御装置301での波長制御の処理に関するフローチャートである。本フローチャートはメモリ要素部2604に保持された後述するトポロジ制御エージェントによるソフトウェアの動作の流れを示している。

【0036】

まずははじめに、通信ノード制御部1101～1104への時刻同期処理となる『通信ノード時刻同期処理』のステップS1cを行った後に、すべての波長可変送受信部1105～1108に配置された波長可変光源1301～1312ならびに波長可変フィルタ1401～1412のそれぞれの送信及び受信可能な波長範囲を読み取る『通信ノード波長資源情報収集処理』のステップS2cを実施し、トポロジ管理者となる人間がトポロジ管理者コンソール端末2609を通じてトポロジ変更対象となるトポロジの指定ならびに通信ノードの指定を『被変更トポロジ、および被変更通信ノード『i』(iはP以下の整数、ただしP≤N)の指定』のステップS3cを実施する。

【0037】

引き続き、トポロジ管理者となる人間がトポロジ変更となる通信ノード間を接続する新たな変更波長パスを入力する『新トポロジの構成に必要な通信ノード間の波長パス入力』のステップS5cをトポロジ管理者コンソール端末2609を通じ、変更対象となるP個の通信ノードを対象に実施する(S4c, S6c, S7c, S8c, S9c)。ただし、この際に、前記S2cの『通信ノード波長資源情報収集ステップ』によって取得済みの波長

資源情報と比較するステップS6cを含み、トポロジ管理者が入力する新たな波長パスの形成に必要な波長資源が存在しない場合は『トポロジ管理者コンソールへのエラーメッセージ表示』ステップS7cが動作し、前記トポロジ管理者へ注意を歎呼可能とする。さらに引き続き、『トポロジ変更時刻指定』ステップ(S10c)により、前記トポロジ管理者となる人間がトポロジ変更予定時刻($t = T$)を入力し、トポロジ変更に関する情報の入力が終了する。

【0038】

トポロジ変更となる通信ノードでの新たな波長情報ならびにトポロジ変更時刻はステップS12cによって中央制御装置において作成およびクラス化され、ステップ12cによって中央制御装置から通信ノード装置に送信される。ただし、ステップS10c、ステップS13c, S14c, S15cによって、変更となるM個の通信ノードに対して実施される。

【0039】

トポロジ変更対象とならない通信ノードがトポロジ変更を予定されている通信ノードとすでに接続している際に、トポロジ変更実施を行わない当該通信ノードに配置された伝送装置の使用方法によっては前記伝送装置が保持する経路情報の更新に伴うトポロジ変更を行わない通信ノードの切断が考えられる。したがって、トポロジ変更とならない通信ノードに備えられる通信ノード装置に対してトポロジ変更が実施されることの通知を行う。そこで、通信ノード「j」(jは1以上かつ、K以下の整数。ただしK=N-P)に対して『通信ノード「j」へのトポロジ変更予告メッセージ送信』ステップS17cを実施し、ステップS17c, S18c, S19cにより、トポロジ変更とならない通信ノード装置にメッセージ送信を行う。本メッセージを受信した通信ノード装置は当該通信ノード装置と接続している伝送装置に対して接続性の維持を行うキープアライブ(Keep Alive)信号を送信することが可能となり、トポロジ変更の前後において当該通信ノードの接続性を保つことが可能となる。

【0040】

前記ステップS13cによって前記クラスを受信したトポロジ変更を行う通信ノード装置は、中央制御装置301に前記クラス受信完了メッセージを送信する。ステップS20cによってトポロジ変更を行う通信ノード装置からのクラス受信完了メッセージを中央制御装置301が受信し、トポロジ変更実施時刻を過ぎると後述するようにトポロジ変更通信ノード装置から変更完了を示すメッセージを受信し始め、ステップS21cによって全てのトポロジ変更実施済みの通信ノード装置からの変更完了メッセージを受信の有無が判断される。前記ステップS21cが終わると、前記のトポロジ変更とならない全ての通信ノードに対して『通信ノード「j」へのトポロジ変更完了メッセージ』を送信するステップS22c, S23c, S24c, S25cが実施され、トポロジ変更に関する中央制御装置301での処理が終了する。

【0041】

図10及び図11はトポロジ変更に際しての通信ノード制御部1101～1104での波長制御のコンピュータ処理にかかるフローチャートである。本フローチャートはメモリ要素部2301～2304に保持された後述するトポロジ制御エージェントの動作の流れを示している。

【0042】

まずははじめに、『中央制御装置との時刻同期』ステップS1nにより、通信ノード制御部1101～1104に配置されたシステムクロック2401～2404と中央制御装置301内のシステムクロック2603とを時刻同期する処理を実施する。引き続き前記S2cステップによって中央制御装置301に対して『中央制御装置への通信ノード保有波長資源情報応答処理』を実施する。

【0043】

さらに、前記S11c～S15cステップによって新たな波長情報とトポロジ変更予定時刻を表すクラスが通信ノード制御部1101～1104に届けられると、『中央制御装置301からの設定波長情報、トポロジ変更時刻情報クラス受信、通信ノード装置メモリ要素部への

書き込み』ステップS3nによってトポロジ変更に必要な情報を記録し、引き続き『トポロジ変更予告メッセージ表示』ステップS4nを実施し、ステップS5n, S6nによって、トポロジ変更予定時刻(T)まで待機する。

【0044】

トポロジ変更予定時刻(T)に達すると、波長可変光源及び波長可変フィルタの設定波長変更処理をステップS7n, S8nにて実施する。このステップS7n, S8nでは、すでに使用している波長バスに対する波長変更であるか無いかを判断するステップS11nを実施し、既存の波長バスへの変更であった場合はステップS12nによって波長制御部2001～2004による波長可変光源出力停止処理が実施された後に波長制御部2001～2004によってメモリ要素部2301～2304に保持されている新たな波長情報を読み取るステップS13nを実施する。他方で、ステップS11nに引き続き、トポロジ変更以前において未使用の波長可変光源に対して新たな波長バス変更であった場合は前記S11nステップによって判断された後に、前記S13nステップを実施する。

【0045】

前記S13nステップ実施以降は波長制御部2001による波長可変光源波長および波長可変フィルタの変更処理をステップS14n, S15nによって実施し、引き続き、変更後の前記波長可変光源の出力を開始させるステップS16nを実施する。さらに引き続き、監視制御部1901によって波長変更後における波長可変光源の設定波長および出力強度状態、ならびに、波長可変フィルタ波長の状態監視が継続的に実施されるステップS17nが実施される。波長設定に関わる一連の処理の終了後はステップS9nによって、中央制御装置301へのトポロジ変更完了メッセージが送信されると共に、ステップ10nによってトポロジ変更完了メッセージが表示され、一連の処理が終了する。

【0046】

このように、前記S8nにおける波長変更処理の中において中央制御装置301との制御信号の送受信が一切含まれることなく通信ノード制御部1101～1104が自律的に処理を行うため、中央制御装置301に波長変更処理中において負荷を一切生じさせること無く、トポロジ変更を高速に可能とさせている。

【0047】

図12はトポロジ変更対象とならない通信ノード201～204に配置された通信ノード制御部1101～1104でのコンピュータ処理の流れを示すフローチャートである。前述のように、トポロジ変更対象とならない通信ノード201～204がトポロジ変更となる通信ノード201～204とすでに接続しており、トポロジの変更の前後において両者の接続性が失われることが無い場合であっても通信ノード201～204に配置された伝送装置の使用方法によっては前記伝送装置1601～1604が保持する経路情報の更新に伴うネットワークの切断が考えられる。

【0048】

したがって、トポロジ変更とならない通信ノード201～204に対してトポロジ変更が実施されることの通知を行う必要がある。そこで、ステップS1n, S2nによって、『中央制御装置との時刻同期』、ならびに『中央制御装置への通信ノード保有波長資源情報応答処理』後において、『中央制御装置からのトポロジ変更予告メッセージ受信』のステップS18nを実施した後において『トポロジ変更予告メッセージ表示』のステップS4nを実施する。本メッセージを受信した通信ノード装置2501～2504は接続している伝送装置1601～1604に対して接続性の維持を行うキープアライブ(KeepAlive)メッセージを送信させ、トポロジの変更前後において当該通信ノード201～204の接続性を保つことが可能となる。

【0049】

トポロジ変更時刻Tに達するまでステップS5n, S6nによって待機処理を行い、時刻T以後において『中央制御装置からのトポロジ変更完了メッセージ受信』ステップS19nを実施し、この後、『トポロジ変更完了メッセージ表示』ステップS10nを実施する。前記KeepAlive信号を伝送装置に送信した場合は、前記S10nステップによって前記KeepAlive信号を停止させる。

【0050】

図13は前記図8中の前記S12cステップで生成されるトポロジ変更通信ノード『i』に対する設定波長情報ならびにトポロジ変更時刻によって構成されるクラス4000である。前記クラス4000は4種のオブジェクトを備え、それぞれ通信ノード番号情報オブジェクト4004、複数個の波長可変光源を選択的に指定するための「波長可変光源番号」ならびにそれぞれの出力波長を示す「波長番号」を備える波長可変光源オブジェクト4001、複数個の波長可変フィルタを選択的に指定するための「波長可変フィルタ番号」ならびにそれぞれの透過波長を示す「波長番号」を備える波長可変フィルタオブジェクト4002、そして「波長変更時間」を示す時間オブジェクト4003である。

【0051】

図14は本実施形態における通信ノード装置2501～2504、ならびに中央制御装置301の各要素の配置ならびに物理的な接続状態を示す図である。図14においては、通信ノード装置2501～2504を符号5000で表し、中央制御装置301を符号6000で表している。

【0052】

通信ノード装置5000に備えられるメモリ要素部5007はトポロジ制御エージェント5008、設定波長データベース5009を備えている。トポロジ制御エージェント5007は中央制御装置6000から送信されるクラス4000を解釈し波長制御部5004に波長変更を指示し、あるいは監視制御部5005から得られる情報を解釈すると共に制御にかかるメッセージを中央制御装置6000に送信する。波長設定データベース5009は波長可変送受信部5001に配置される波長可変光源及び波長可変フィルタのそれぞれの出力及び受信可能な波長範囲を記録して保持するデータベースである。

【0053】

通信ノード装置5000は、時刻制御部5002と、システムクロック5003、波長制御部5004、監視制御部5005、そして制御インタフェース（I/F）5016を備え、これらのそれぞれが中央演算部（CPU）5006と接続される（5010, 5013, 5014, 5015）。

【0054】

波長可変送受信部5001は、波長制御部5004ならびに監視制御部5005と直接接続され、中央演算部（CPU）5006を介さずにハードウェア制御が可能となる。同様に、システムクロック5003は時刻制御部5002と直接接続される。

【0055】

中央制御装置6000は、図1を参照して前述した様にメモリ要素部6004、時刻制御部6001、障害記録データベース6008、波長資源データベース6009、ならびに、制御インタフェース（I/F）6017、トポロジ管理者インタフェース（I/F）6018を備え、これらのそれぞれは中央演算部（CPU）6003と接続される（6010～6012, 6014, 6015）。メモリ要素部6004は、トポロジ制御エージェント6005と、トポロジ・波長対応データベース6006、ならびにハイパーテキストransファーブルトコル（HTTP）サーバ6007を備えている。

【0056】

トポロジ制御エージェント6005は、トポロジ管理者インタフェース（I/F）6018を通じて送られるトポロジ変更情報に従って波長バス変更を必要とする通信ノードを特定すると同時に、トポロジ・波長対応データベース6006から変更後の波長を読み出し、また同時にトポロジ管理者I/F6018を通じて送られてくるトポロジ変更時刻情報と合わせてクラス4000を作成する。さらに、通信ノード装置5000から送信される波長可変光源及び波長可変フィルタのそれぞれの送信可能波長範囲と受信可能波長範囲に関する情報を読み取り、当該情報を波長資源データベース6009に記録する。また、通信ノード装置5000から送信される障害情報をトポロジ制御エージェント6005が読み取り、中央演算部（CPU）6003を使用して、当該情報をデータベース情報とさせ障害記録データベース6008に記録する。

【0057】

トポロジ管理者インタフェース（I/F）6018はトポロジ管理者コンソール端末7001と接続し、トポロジ管理者となる人間がトポロジ管理者コンソール端末7001に備えられたブラウザ7000を操作することによって、トポロジ変更情報を中央制御装置6000に送信する。

なお、本実施形態では通信ノード装置5000に配置された監視制御部5005、波長制御部5004、時刻制御部5002がメモリ要素部5007と独立に配置されているがこれに限ることは無く、全てがメモリ要素部5007に配置されていても本質的に差異は無い。また同様に、中央制御装置6000に配置された時刻制御部6001、障害記録データベース6008、波長資源データベース6009がメモリ要素部6004と独立に配置されているがこれに限ることは無く、これらの全てがメモリ要素部6004に配置されていても本質的に差異は無い。

【0058】

図15は本実施形態での通信ノード装置5000、中央制御装置6000ならびにトポロジ管理者コンソール端末7000が備える各要素の論理的な接続配置を示した図である。中央制御装置6000が備えるトポロジ制御エージェント6005ならびに通信ノード装置5000が備えるトポロジ制御エージェント5008は制御インタフェース（I/F）6017ならびに制御インタフェース（I/F）5016を介して制御信号によって論理的に接続される。また、中央制御装置6000が備える前記トポロジ管理者（I/F）6018はハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）サーバ6007とトポロジ管理者コンソール端末7001が備える前記プラウザを論理的に接続させている。

【0059】

HTTPサーバ6007はトポロジ管理者コンソール端末7001を操作する人間には本システムを制御するに当たってのゲートウェイとして働く。なお、本実施形態では当該ゲートウェイ機能を持たせるに当たってHTTPサーバ6007ならびに、トポロジ管理者コンソール端末7001を操作する人間に与えるインタフェースとしてプラウザ7000を適用しているが、本プロトコルを使用した形態で適用させる必然性は無く、インターネットエンジニアリングタスクフォース（IETF）で標準化されたSimple Network Management Protocol（SNMP）や独自のプロトコルを使用したゲートウェイ機能を有するSNMPマネージャや独自プロトコルサーバを中央制御装置6000に備えても良く、同様に、前記SNMPマネージャ、あるいは、独自プロトコルサーバに合わせてトポロジ管理者コンソール端末7001にプラウザ7000ではなく独自のインタフェースを備えても良い。

【0060】

図16乃至図19は本実施形態において、リングトポロジからフルメッシュトポロジへと変更あるいはその逆の変更を実施するに当たって必要となる波長を示す図である。なお、図16乃至図19での波長配置においては、波長ルータ装置101として周回性を有するアレイ導波路回折格子（Arrayed Waveguide Grating：AWG）を使用している。

【0061】

図16に示された4つの通信ノード8001～8004をリングトポロジネットワーク構成で接続する際、図17に示された周回性を有する波長配置表9000上で示される33番波長（9001, 9004, 9006, 9007）、ならびに35番波長（9002, 9003, 9005, 9008）を各通信ノードに適用させ、それぞれ送受信用に配置させて4つの波長リンク8005～8008を形成させる。次に、図18に示された4つの通信ノード8001～8004をフルメッシュトポロジネットワーク構成で接続する際、図19に示された波長配置表9000上で示される34番波長（9009, 9010, 9011, 9012）を新たに各通信ノードに適用させて、それぞれ送受信用に配置させ、2つの波長リンク8009, 8010を形成させる。なお、本実施形態では前述した様に波長周回性を有するAWGを波長ルータ装置101として適用しているが、これに限ることは無く、波長周回性が無い場合でも波長配置表9000を作成することができ、各通信ノードを接続する際に必要となる波長を特定可能となり、これに基づき対向接続する波長リンクが形成可能である。

【0062】

図20乃至図23は本実施例における図16乃至図19を参照して前述したリングトポロジからフルメッシュトポロジへと変更させる際において、図8及び図9を参照して前述した前記ステップS12cにおいて生成されるクラス10001a～10001dである。通信ノード1～通信ノード4までの全ての通信ノードにおいて新たな波長可変光源ならびに新たな波長可変フィルタが使用されるため、波長可変光源番号「3」、波長可変フィルタ番号「3

」が波長可光源情報10003a～10003d、波長可変フィルタ情報10004a～10004dに適用される。全ての通信ノードがトポロジ変更の際に波長の追加変更が発生するため、波長変更時間情報10005a～10005dにおける時刻が同一時刻となっている。これら波長可変光源情報10003a～10003d、波長可変フィルタ情報10004a～10004d、波長変更時間情報10005a～10005d、通信ノード番号情報10002a～10002dがクラス10001a～10001dとなって、前記中央制御装置から前記通信ノードへと送信される。

【0063】

図24は本実施形態におけるトポロジ管理者コンソール端末2609,7001に備えられたブラウザ7000のインタフェース構成を示す図である。図24に示すように、前記インタフェースにはトポロジ表示部・トポロジ変更部11001、トポロジ変更時刻入力部11003、トポロジ変更時刻表示部11004、現在時刻表示部11005、トポロジ変更予告メッセージ表示部11006、トポロジ種別情報表示部11007、トポロジ変更履歴情報表示部11008、障害情報表示部11009を備えている。

【0064】

トポロジ変更に際しては、トポロジ管理者となる人間がトポロジ表示部・トポロジ変更部11001上に表示されている通信ノードを指定し、新たな波長パスを構成する場合は2つの通信ノードを指定することによって実施される。実施後においては前記中央制御装置600に配置されたトポロジ制御エージェント6005がトポロジ波長対応データベース6006を用いて波長可変光源番号、波長可変フィルタ番号を演算し、波長リンクでの波長番号をハイパーテキストトランスポートプロトコル（H T T P）サーバ6007をゲートウェイとして送信する。

【0065】

先の演算で得られた波長リンクに関する情報はトポロジ表示部・トポロジ変更部11001に表示される通信ノードを指定することによって波長資源情報表示部11002が浮かび上がり、当該波長資源情報表示部11002に前記波長可変光源番号、波長可変フィルタ番号ならびに、波長リンクでの波長番号が表示され、トポロジ管理者となる人間へのインターフェースを幾何学的な操作でとどめることを可能とし、トポロジ変更の際での負担軽減を実現している。

【第2実施形態】

【0066】

図25乃至図29は、本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムの構成を示す図である。本実施形態例は第1実施形態において、通信ノード管理者となる人間が主体的にトポロジ変更を実施可能とさせており、通信ノード201～204の全てにノード管理者インターフェース2701～2704、ならびに、それに接続されるノード管理者コンソール端末2705～2708が備えられる。これにより、中央制御装置301のみ或いは中央制御装置301と任意の通信ノード201～204によってトポロジ変更制御装置を構成することができる。また、中央制御装置301においては、ノード管理者がトポロジ変更を実施するに当たって認証作業を実施するための認証制御部2610、認証データベース2611が備えられている。

【0067】

図30及び図31は先の図25乃至図29で記載した中央制御装置301に配置された時刻制御部2602と通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104との間での時刻情報に関する制御信号の送受信、ならびに、その処理の流れを示した図である。前記通信ノード装置2501～2504に配置された波長可変送受信部1105～1108に含まれる波長可変光源1301～1312及び波長可変フィルタ1401～1412を制御するに当たり、波長の変更が生じた際にその都度中央制御装置301と制御情報を送受信する方式では、通信ノード201～204の数が増大した場合、制御情報も同時に増加してしまい中央制御装置301への負荷が増大する。

【0068】

そこで、本システムでは後述するように波長変更に関わる情報と変更時刻を制御信号に乗せてあらかじめ通信ノード制御部1101～1104に送り、変更時刻に達したときに通信ノー

ド制御部1101～1104が自律的に波長変更を波長可変光源1301～1312ならびに波長可変フィルタ1401～1412に対して実施する。

【0069】

これを実現するに当たっては、中央制御装置301に配置されたシステムクロック2603と通信ノード制御部1101～1104に配置されたシステムクロック2401～2404との同期が必要であるが、本システムでは中央制御装置301に配置された時刻制御部2602を時刻配信サーバ、ならびに、通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104を時刻クライアントとして配置させている。

【0070】

まずははじめに、中央制御部301に配置された時刻制御部2602がシステムクロック2603から時刻を与えられる（3001、3001s）。通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104は中央制御装置301に配置された時刻制御部2602に時刻問合せ信号（3002a, 3004a, 3006a）を前記制御信号に乗せて送信し、時刻制御部2602が時刻情報信号（3002a, 3004a, 3006a）を時刻制御部2101～2104に送信する。

【0071】

時刻制御部2101～2104はランダムに時刻問合せ信号を時刻制御部2602に送信すると共にその返答として時刻情報を受け取り（3002s, 3004s, 3006s）、中央制御装置301への処理に係わる負荷を低減させている。時刻制御部2301～2304で受け取った前記時刻情報を基にシステムクロック2401～2404に時刻を与え（3003, 3005, 3007、3003s, 3005s, 3007s）、その結果として中央制御装置301に配置されたシステムクロック2603と通信ノード制御部1101～1104に配置されたシステムクロック2401～2404が同期することになる。

【0072】

なお、本実施形態では中央制御装置301に配置された時刻制御部2602が時刻配信サーバとされると共に、通信ノード制御部1101～1104に配置された時刻制御部2101～2104が時刻問合せ・受信クライアントとされ説明されているが、時刻制御部2602が時刻配信サーバである必然性は無く、時刻制御部2602及び時刻制御部2101～2104のうちのいずれか1つが時刻配信サーバになればよい。また、時刻制御情報を乗せた制御信号としてネットワークタイムプロトコル（NTP）が適用可能であるが、これに限る必要は無くシンプルネットワークタイムプロトコル（SNTP）あるいは独自の時刻制御信号でも良い。

【0073】

図32は通信ノード201～204に備えられたノード管理者コンソール端末2705～2708と認証制御部2610との間で行う認証メッセージの流れ、および認証制御部2610と認証データベース2611との間でのセッションの流れを示した図である。本図で示される認証メッセージは認証プロトコル（Lightweight Directory Access Protocol: LDAP）によってLDAPサーバとして機能する管理者認証制御部2610へと渡される。

【0074】

管理者制御部2610は、ノード管理者のディレクトリ情報を格納するデータベース2611に問合せセッション12001、12002を実施し、トポロジ変更有無の権限を判定し、ノード管理者コンソール端末2705～2708へとその結果を返す。なお、本実施形態での認証を実行する上では前記LDAPを使用しているがこれに限る必然性は無く、認証データベース2611を認証制御部2610に含め、認証制御部2610とノード管理者コンソール端末2705～2708まで平文パスワードによるPlain Textパスワード認証でも実施可能である。

【0075】

図33乃至図35は通信ノード装置2501～2504が備える通信ノード制御部1101～1104に配置されたメモリ要素部2301～2304に保持された後述するトポロジ制御エージェントの動作を表すコンピュータ処理のフローチャートを示している。本実施形態では、任意の通信ノード201～204のノード管理者となる人間からの操作によってトポロジ変更を可能としているため、異なる通信ノード201～204からのトポロジ変更が同時に中央制御装置301に届いた場合、その競合制御が必要となる。この制御を実現するため本実施形態では通信ノード201～204の状態を3ビットで定義し、当該ビット情報の比較を中央制御装置301にて実

施することにより実現している。尚、中央制御装置301との時刻同期処理（S_n1）と波長資源情報送信処理（S_n2）は第1実施形態と同様に行う。

【0076】

また、特定の通信ノード201～204のノード管理者となる人間がトポロジ変更を実施する際には、図33乃至図35に示されたステップS_{20n}において初期化された状態ビット「000」を、ステップS_{23n}においてトポロジ変更予約状態ビット「001」に変更し、引き続きステップS_{24n}によって前記状態ビット「001」を中央制御装置301ならびにその他の通信ノード201～204に送信し、さらに、他の通信ノード201～204の状態ビットにおいて「001」の重複の有無の確認をステップS_{25c}にて実施させ競合制御を行っている。

【0077】

前記ステップS_{25c}において競合無しの「Yes」と判断された後に初めて通信ノード201～204において新たなトポロジの構成に必要な通信ノード間のパス変更や新規のパス入力がステップS_{26n}で可能となる。

【0078】

前記ステップS_{26n}ではパス入力後においてパス入力情報が中央制御装置301に届けられると同時に、その後のステップS_{27c}において変更パスあるいは新規のパスに必要な波長資源の有無が中央制御装置301にて確認され、波長資源の確認において問題が無かったとき、ステップS_{28n}において前記通信ノード装置にてトポロジ変更時刻の入力が可能となる。このとき、ステップS_{29n}においてその他の通信ノード201～204に「トポロジ変更確認」メッセージが送信される。これは、トポロジ変更を要請した通信ノード201～204によるその他の通信ノード201～204に対する強制的なトポロジの変更防止を目的としたものであり、トポロジ変更拒否を後に述べるフローチャートで実施する。

【0079】

先に述べた一連のフロー後は中央制御装置301から通信ノード装置2501～2504にメッセージが届くが、その内容の判断をステップS_{34n}、S_{35n}にて実施し、通信ノード装置2501～2504が中央制御装置301からの「波長変更情報・変更時刻クラス」送信であると判断した場合は通信ノード制御部1101～1104が自らの状態ビットの正当性をステップS_{43n}にて確認し、「Yes」である場合には、前記通信ノード状態ビットをステップS_{44n}にて「100」へと遷移させ、ステップS_{45n}によって前記状態ビットを中央制御装置301に送信させ、波長変更のためのステップS_{46n}へと進む。

【0080】

一方、通信ノード201～204のノード管理者となる人間によってトポロジ変更が実施される際ににおいて、当該通信ノード201～204と接続性を持つその他の通信ノード201～204が強制的にトポロジ変更されてしまうのは、ネットワークの実際の運用において好ましいとはいえない。したがって、他の通信ノード201～204におけるトポロジ変更の許諾あるいは拒否を判断する処理の実施が必要となる。トポロジ変更を要請した通信ノード201～204から「トポロジ変更予告メッセージ」M2を受信した場合にはステップS_{35n}にて受信内容が判断され、引き続き他の通信ノード201～204からのトポロジ変更の了承をステップS_{37n}において判断処理を行う。了承する場合には、通信ノード状態ビットをステップS_{38n}にて「010」へと遷移させ、当該ビットをステップS_{39n}にて中央制御装置301へと送信し、引き続き中央制御装置301からの信号を待つ。引き続き待機中において新たに信号を受信し、当該信号が中央制御装置301からの波長変更情報・変更時刻クラスであるとステップS_{35n}にて判断処理されて以降は、状態ビットを通信ノード制御部1101～1104が自らの状態ビットの正当性をステップS_{43n}にて確認し、「Yes」である場合には、前記通信ノード状態ビットをステップS_{44n}にて「100」へと遷移させ、続いてステップS_{45n}によって前記状態ビットを中央制御装置301に送信させ、波長変更のためのステップS_{46n}へと進む。逆に、他の通信ノード201～204からのトポロジ変更を拒否するとステップS_{37n}において判断した場合は、ステップS_{40n}において状態ビットを「011」に遷移させ、引き続きステップS_{41n}において当該状態ビットを中央制

御装置301へ送信すると共にトポロジ変更要請を行った通信ノードへと送信する。

【0081】

ステップS46nに進んで以降は、図36に示したステップS48n～S55nの一連の処理を通信ノード制御部1101～1104が自律的に実施する。即ち、ステップS48n～S55nにおいて、通信ノード制御部1101～1104は、波長可変光源出力停止処理、波長データ読み込み処理、波長可変光源波長変更処理、波長可変フィルタ波長変更処理、波長可変光源出力開始処理、状態監視処理、状態ビット変更処理、状態ビット送信処理を自律的に実施する。ただし、通信ノードの状態をビットで管理するため、第1実施形態の場合と異なり、波長変更が完了し波長パスが形成された際には状態ビットを「101」へとステップS54nにて実施し、続いて当該ビットをステップS55nによって中央制御装置301に送信する。

【0082】

図37は前記通信ノードの状態ビット12001とそれに対応する通信ノード状態12002を表記した表12000を示す図である。3ビットで表現される状態ビット12001は6種類となり、任意の通信ノード201～204からのトポロジ変更要請時におけるトポロジ変更競合制御を状態ビット12001を使用して実施する。本実施形態では、状態ビット12001が「000」のとき通信ノード装置状態12002が「初期状態」であり、状態ビット12001が「001」、「010」、「011」、「100」、「101」のときの通信ノード装置状態12002はそれぞれ、「トポロジ変更予約状態」、「他の通信ノードからのトポロジ変更要請受付完了状態」、「他の通信ノードからのトポロジ変更要請拒否状態」、「波長、変更時刻クラス受信完了状態」、「新波長への変更完了状態」である。

【0083】

図38は本実施形態におけるノード装置2501～2504、ならびに中央制御装置301での各要素の配置ならびに物理的な接続状態を示す図である。図38においては、通信ノード装置2501～2504を符号5000で表し、中央制御装置301を符号6000で表している。

【0084】

通信ノード装置5000にはノード管理者インターフェース（I/F）5018が備えられ、ノード管理者コンソール端末5019と接続される。ノード管理者コンソール端末5019にはブラウザ5020が備えられ、ノード管理者となる人間によるトポロジ変更操作をブラウザ5020で実施可能となる。

【0085】

さらに、通信ノード装置5000に備えられるメモリ要素部5007はトポロジ変更の際に中央制御装置6000から送信されるクラス4000を解釈し波長制御部5004に波長変更を指示すると共に監視制御部5005で得られる情報を解釈して中央制御装置6000に送信するトポロジ制御エージェント5008を備え、またさらに、波長可変送受信部5001に配置される波長可変光源、波長可変フィルタそれぞれの出力可能な波長範囲ならびに受信可能な波長範囲を記録する設定波長データベース5009を備えている。

【0086】

また、通信ノード装置5000は、時刻制御部5002、システムクロック5003、波長制御部5004、監視制御部5005、そして制御インターフェース（I/F）5016を備え、これらのそれぞれが中央演算部（CPU）5006と接続されている（5010, 5013, 5014, 5015）。波長可変送受信部5001は波長制御部5004ならびに監視制御部5005と直接接続され、中央演算部（CPU）5006を介さずにハードウェア制御が可能となる。同様に、システムクロック5003は時刻制御部5002と直接接続され中央演算部（CPU）5006を介さずにハードウェア制御が可能となる。

【0087】

中央制御装置6000は図1を参照して前述した様にメモリ要素部6004と、時刻制御部6001、認証制御部6019、認証データベース6020、障害記録データベース6008、波長資源データベース6009、ならびに、制御インターフェース（I/F）6017、トポロジ管理者インターフェース（I/F）6018を備え、これらのそれぞれは中央演算部（CPU）6003と接続されて

いる（6010～6016, 6021, 6022）。

【0088】

メモリ要素部6004は、トポロジ制御エージェント6005と、トポロジ・波長対応データベース6006、ならびにハイパーテキストransファープロトコル（H T T P）サーバ6007を備えている。

【0089】

トポロジ制御エージェント6005はトポロジ管理者インターフェース（I／F）6018あるいは制御インターフェース（I／F）6017を通して送られてくるトポロジ変更情報に従って波長パス変更を必要とする通信ノードを特定すると同時に、トポロジ・波長対応データベース6006から変更後の波長を読み出し、また同時にトポロジ管理者I／F6018あるいは制御インターフェース（I／F）6017を通して送られてくるトポロジ変更時刻情報と合わせてクラス4000を形成する。さらに、通信ノード装置5000から送られてくる波長可変送受信部501が複数備える波長可変光源及び波長可変フィルタのそれぞれにおける送信可能波長範囲と受信可能波長範囲に関する情報を読み取り、中央演算部（C P U）6003を使用して当該情報をデータベース情報を生成し、波長資源データベース6009に記録する。

【0090】

また、通信ノード装置5000から送信される障害情報をトポロジ制御エージェント6005が読み取り、中央演算部6003を使用して、当該情報をデータベース情報をとさせて障害記録データベース6008に記録する。なお、ノード管理者コンソール端末5019をノード管理者となる人間によるトポロジ変更操作を実施する前に、ノード管理者コンソール端末5019に備えたブラウザ5020を通じて認証制御部6019にアクセスさせ、認証データベース6020にノード管理者の氏名、パスワードの整合を実施させ、ノード管理者の認証を実施している。

【0091】

トポロジ管理者インターフェース（I／F）6018はトポロジ管理者コンソール端末7001と接続し、トポロジ管理者となる人間がトポロジ管理者コンソール端末7001に備えられたブラウザ7000を操作することによって、トポロジ変更情報を中央制御装置6000に送信する。

【0092】

なお、本実施形態では通信ノード装置5000に配置された監視制御部5005、波長制御部5004、時刻制御部5002がメモリ要素部5007と独立に配置されているがこれに限ることは無く、これらがメモリ要素部5007に配置されていても本質的に差異は無い。また同様に、中央制御装置6000に配置された時刻制御部6001、認証制御部6019、認証データベース6020、障害記録データベース6008、波長資源データベース6009がメモリ要素部6004と独立に配置されているがこれに限ることは無く、これらがメモリ要素部6004に配置されていても本質的に差異は無い。

【0093】

図39は本実施形態での通信ノード装置5000、ノード管理者コンソール端末5019、中央制御装置6000ならびにトポロジ管理者コンソール端末7001が備える各要素の論理的な接続配置を示した図である。中央制御装置6000が備えるトポロジ制御エージェント6005ならびに通信ノード装置5000が備えるトポロジ制御エージェント5008は制御インターフェース（I／F）6017ならびに制御インターフェース（I／F）5016を介して制御信号によって論理的に直接接続される。

【0094】

また、中央制御装置6000が接続するトポロジ管理者（I／F）6018はハイパーテキストransファープロトコル（H T T P）サーバ6007とトポロジ管理者コンソール端末7001が備える前記ブラウザ7000を論理的に接続させている。

【0095】

さらに、通信ノード装置5000が接続するノード管理者コンソール端末5019が備えるブラウザ5020はノード管理者インターフェース（I／F）5018、トポロジ制御エージェント5008、制御インターフェース（I／F）5016、ならびに制御インターフェース6017を通じてハイパーテキストransファープロトコル（H T T P）サーバ6007と接続している。

【0096】

H T T P サーバ6007はトポロジ管理者コンソール端末7001を操作する人間およびノード管理者コンソール端末5019を操作する人間には本システムを制御するに当たってのゲートウェイとして働く。なお、本実施形態では当該ゲートウェイ機能を持たせるに当たってH T T P サーバ6007ならびに、トポロジ管理者コンソール端末6018を操作する人間に与えるインターフェースとしてブラウザ7000を適用しているが、本プロトコルを使用した形態で適用させる必然性は無く、インターネットエンジニアリングタスクフォース（I E T F）で標準化されたSimple Network Management Protocol（S N M P）や独自のプロトコルを使用したゲートウェイ機能を有するS N M Pマネージャや独自プロトコルサーバを中央制御装置6000に備えても良く、同様に、前記S N M Pマネージャや独自プロトコルサーバに合わせてトポロジ管理者コンソール端末7001にブラウザ7000ではなく独自のインターフェースを備えても良い。

【0097】

図40は本実施形態におけるノード管理者コンソール端末2705～2708, 5019に備えられたブラウザ5020のインターフェース構成である。前記インターフェースにはトポロジ表示部・トポロジ変更部11001、トポロジ変更時刻入力部11003、トポロジ変更時刻表示部11004、現在時刻表示部11005、トポロジ変更予告メッセージ表示部11006、トポロジ種別情報表示部11007、トポロジ変更履歴情報表示部1108、障害情報表示部11009、ならびに、トポロジ変更要請許可・拒否入力部11010、通信ノード機器状態表示部11011を備えている。

【0098】

トポロジ変更に際しては、ノード管理者となる人間の操作によってトポロジ表示部・トポロジ変更部11001上に表示されている通信ノードの指定を行い、さらに、新たな波長パスを構成する場合は2つの通信ノードの指定を行い、その結果を中央制御装置6000に備えられたトポロジ制御エージェント6005に送信し、トポロジ制御エージェント6005はトポロジ波長対応データベース6006を用いて演算される必要となる波長可変光源番号と、波長可変フィルタ番号、ならびに、波長リンクでの波長番号を演算する。

【0099】

トポロジ変更に際して、変更対象となる通信ノードにおける波長資源が十分である場合は演算が可能であるため、演算が完了したメッセージとして通信ノード機器状態表示部11011に通信ノード状態ビット12000として「001」が送信され、「トポロジ変更予約状態」であることをノード管理者となる人間に通知させる。続いて前記ノード管理者となる人間がトポロジ変更時刻入力部11003にトポロジ変更希望時刻を入力し、入力内容が中央制御装置6000に備えられたトポロジ制御エージェント6005に送信される。一方、他の通信ノードのノード管理者となる人間によってトポロジ変更要請が発せられた場合は、トポロジ変更要請許可・拒否入力部11010においてその許諾の有無を入力することを本インターフェースにおいて可能としている。

【0100】

なお、トポロジ表示部・トポロジ変更部11001に表示される通信ノードを指定することによって波長資源情報表示部11002が浮かび上がり、当該波長資源情報表示部11002に前記波長可変光源番号と、波長可変フィルタ番号、ならびに、波長リンクでの波長番号が表示され、トポロジ管理者となる人間へのインターフェースを幾何学的な操作でとどめることを可能とし、トポロジ変更の際での負担軽減を実現している。なお、トポロジ管理者コンソール端末2609, 7001に備えられたブラウザ7000のインターフェース構成は本システム全体を制御する端末となるため、図24と同等となる。

【0101】

前述した第1及び第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムによれば、通信ノード装置2501～2504に配置した波長可変光源1301～1312と、光スイッチあるいは波長可変フィルタ1401～1412によって光路をダイナミックに変更することにより通信相手や論理トポロジをダイナミックに再構成することができる。当該通信ノード装置2501～2504と波長ルータ装置101との間で本信号と制御信号とが同一光伝送路中を送受信可能なネ

ットワークにおいてネットワークを一元管理する中央制御装置301あるいは通信ノード装置2501～2504からトポロジ変更を容易に行うことができる。

【0102】

さらに、任意の通信ノード装置2501～2504からのトポロジ変更要請の競合制御を可能とし、全ての通信ノード装置2501～2504の時刻同期によってスケジューリングされた指定時刻において高速にトポロジを変更することができる。

【0103】

また、上記中央制御装置301及び通信ノード装置2501～2504を用いることにより上記の波長多重光ネットワークシステムを容易に構成することができる。

【0104】

また、上記中央制御装置301及び通信ノード装置2501～2504のコンピュータプログラムを用いることにより、上記システムを容易に構成することができ、上記コンピュータプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な情報記憶媒体を作成することにより、上記コンピュータプログラムを容易に配布することができる。

【0105】

尚、上記第1及び第2実施形態は本発明の一具体例に過ぎず、本発明が上記実施形態に限定されることはない。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムを示す構成図

【図2】本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図3】本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図4】本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図5】本発明の第1実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図6】本発明の第1実施形態における通信ノードの時刻同期を説明する図

【図7】本発明の第1実施形態における通信ノードの時刻同期を説明する図

【図8】本発明の第1実施形態において中央制御装置における制御ステップを説明する図

【図9】本発明の第1実施形態において中央制御装置における制御ステップを説明する図

【図10】本発明の第1実施形態において波長変更が生じる通信ノードの制御ステップを説明するフローチャート

【図11】本発明の第1実施形態において波長変更が生じる通信ノードの制御ステップを説明するフローチャート

【図12】本発明の第1実施形態において波長変更が生じない通信ノードの制御ステップを説明するフローチャート

【図13】本発明の第1実施形態におけるトポロジ変更情報クラス及びオブジェクト構成を説明する図

【図14】本発明の第1実施形態における通信ノード装置と中央制御装置の構成要素と接続を説明する図

【図15】本発明の第1実施形態における通信ノード装置と中央制御装置の構成要素の論理接続を説明する図

【図16】本発明の第1実施形態におけるAWG波長ルータ装置の入出力ポートでのリンクトポロジにおける波長リンクを説明する図

【図17】本発明の第1実施形態におけるAWG波長ルータ装置の入出力ポートでの

リンクトポロジにおける波長配置を説明する図

【図18】本発明の第1実施形態におけるAWG波長ルータ装置の入出力ポートでのフルメッシュトポロジにおける波長リンクを説明する図

【図19】本発明の第1実施形態におけるAWG波長ルータ装置の入出力ポートでのフルメッシュトポロジにおける波長配置を説明する図

【図20】本発明の第1実施形態においてリンクトポロジからフルメッシュトポロジに変更する際のトポロジ変更情報クラスを説明する図

【図21】本発明の第1実施形態においてリンクトポロジからフルメッシュトポロジに変更する際のトポロジ変更情報クラスを説明する図

【図22】本発明の第1実施形態においてリンクトポロジからフルメッシュトポロジに変更する際のトポロジ変更情報クラスを説明する図

【図23】本発明の第1実施形態においてリンクトポロジからフルメッシュトポロジに変更する際のトポロジ変更情報クラスを説明する図

【図24】本発明の第1実施形態におけるトポロジ管理者コンソールブラウザに備えられるインターフェースを説明する図

【図25】本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムを示す構成図

【図26】本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図27】本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図28】本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図29】本発明の第2実施形態における波長多重光ネットワークシステムの通信ノードを示す構成図

【図30】本発明の第2実施形態における通信ノードの時刻同期を説明する図

【図31】本発明の第2実施形態における通信ノードの時刻同期を説明する図

【図32】本発明の第2実施形態におけるノード管理者となる人間による認証フローを説明する図

【図33】本発明の第2実施形態におけるトポロジ変更時での制御ステップを説明する図

【図34】本発明の第2実施形態におけるトポロジ変更時での制御ステップを説明する図

【図35】本発明の第2実施形態におけるトポロジ変更時での制御ステップを説明する図

【図36】本発明の第2実施形態における波長変更制御ステップを説明する図

【図37】本発明の第2実施形態における通信ノード状態ビットを説明する図

【図38】本発明の第2実施形態における通信ノード装置と中央制御装置の構成要素と接続を説明する図

【図39】本発明の第2実施形態における通信ノード装置と中央制御装置の構成要素の論理接続を説明する図

【図40】本発明の第2実施形態におけるノード管理者コンソールブラウザに備えられるインターフェースを説明する図

【図41】従来例を説明する図

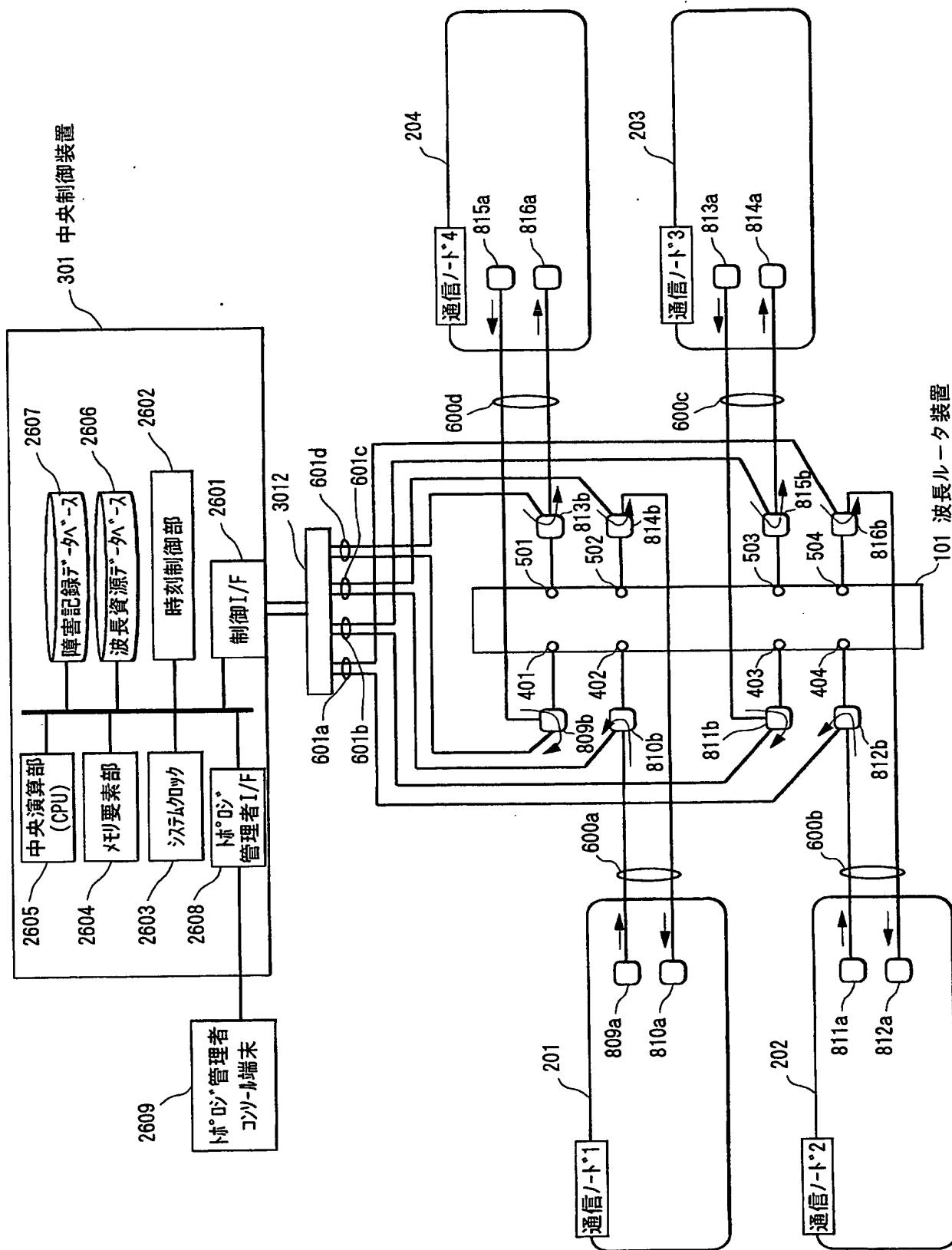
【符号の説明】

【0107】

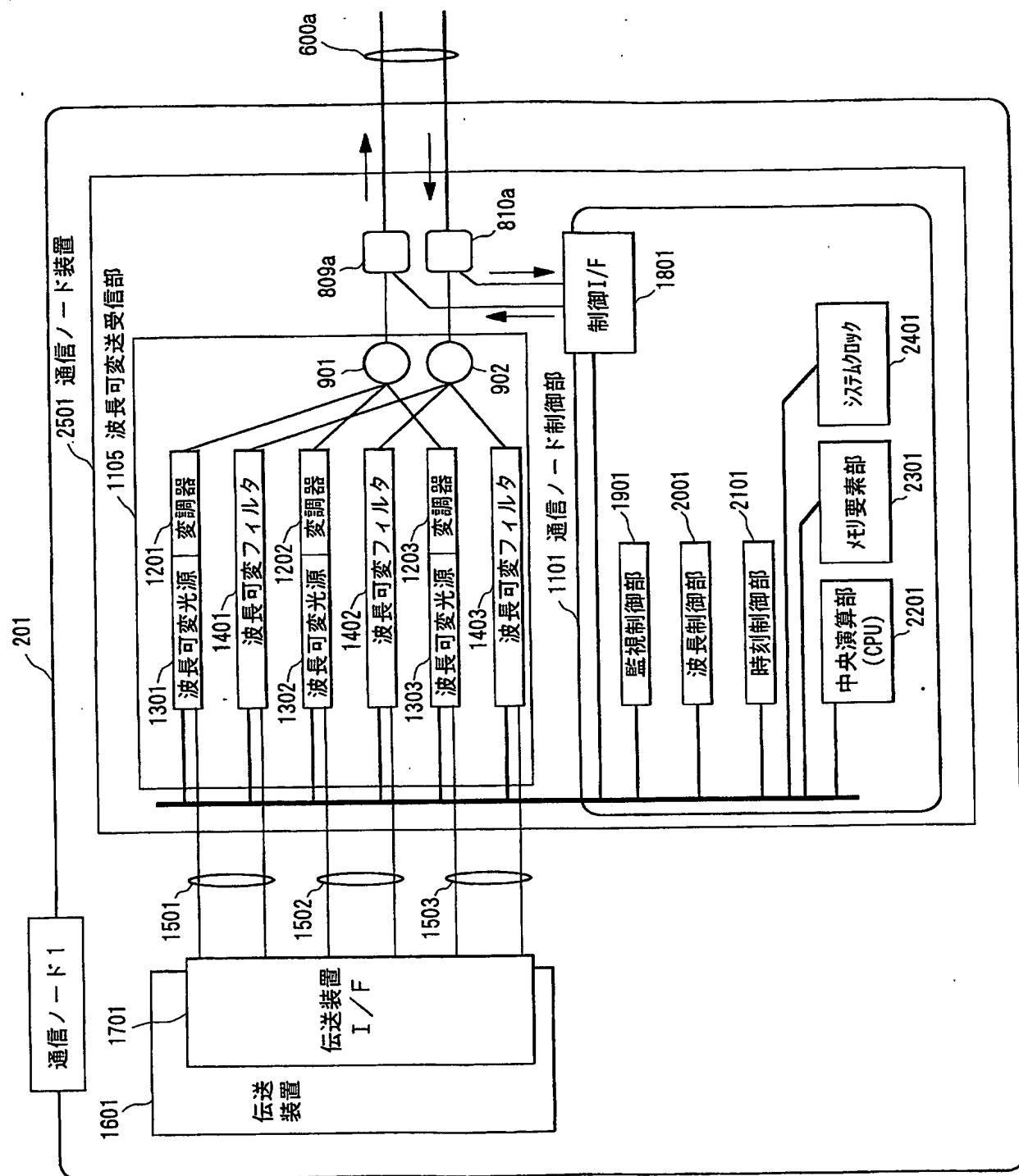
101…波長ルータ装置、201～204…通信ノード、301…中央制御装置、401～404…波長ルータ装置入力ポート、501～504…波長ルータ装置出力ポート、600a～600d…光伝送路、809a～809d…通信ノードWDMフィルタ、809b～809d…波長ルータ装置配置WDMフィルタ、901～908…光カップラ、1101～1104…通信ノード制御部、1105～1108…波長可変送受信

部、1201～1212…変調器、1301～1312…波長可変光源、1401～1412…波長可変フィルタ、1501～1512…光ファイバ、1601～1604…伝送装置、1701～1704…伝送装置インタフェース（I/F）、1801～1804…通信ノード制御部が備える制御インタフェース（I/F）、1901～1904…監視制御部、2001～2004…波長制御部、2101～2104…通信ノード制御部が備える時刻制御部、2201～2204…通信ノード制御部が備える中央演算部（CPU）、2301～2304…通信ノード制御部が備えるメモリ要素部、2401～2404…通信ノード制御部が備えるシステムクロック、2501～2504…通信ノード装置、2601…中央制御装置が備える制御インタフェース（I/F）、2602…中央制御装置が備える時刻制御部、2603…中央制御装置が備えるシステムクロック、2604…中央制御装置が備えるメモリ要素部、2605…中央制御装置が備える中央演算部（CPU）、2606…波長資源データベース、2607…障害記録データベース、2608…トポロジ管理者インタフェース（I/F）、2609…トポロジ管理者コンソール端末、2610…認証制御部、2611…認証データベース、2701～2704…通信ノード制御部が備えるノード管理者インタフェース（I/F）、2705～2708…ノード管理者コンソール端末、3001, 3001s…中央制御装置時刻制御部のシステムクロックへの時刻問合せ返答セッション、3002a, 3004a, 3006a…通信ノード制御部時刻制御部の中央制御装置時刻制御部への時刻問合せセッション、3002b, 3004b, 3006b…中央制御装置時刻制御部のノード制御部時刻制御部への時刻返答セッション、3002s, 3004s, 3006s…通信ノード制御部時刻制御部と中央制御装置時刻制御部間の時刻問合せ・返答セッション、3003s, 3005s, 3007s…通信ノード制御部時刻制御部による通信ノード制御部システムクロックへの時刻設定セッション、4000…トポロジ変更情報クラス、4001…波長可変光源オブジェクト、4002…波長可変フィルタオブジェクト、4003…波長変更時間オブジェクト、4004…通信ノード番号オブジェクト、5000…通信ノード装置、5001…波長可変送受信部、5002…通信ノード装置が備える時刻制御部、5003…通信ノード装置が備えるシステムクロック、5004…波長制御部、5005…監視制御部、5006…通信ノード装置が備える中央演算部（CPU）、5007…通信ノード装置が備えるメモリ要素部、5008…通信ノード装置メモリ要素部が備えるトポロジ制御エンジン、5009…通信ノード装置メモリ要素部が備える設定波長データベース、5010～5015…接続配線、5016…通信ノード装置が備える制御インタフェース（I/F）、6000…中央制御装置、6001…中央制御装置が備える時刻制御部、6002…中央制御装置が備えるシステムクロック、6003…中央制御装置が備える中央演算部（CPU）、6004…中央制御装置が備えるメモリ要素部、6005…中央制御装置メモリ要素部が備えるトポロジ制御エンジン、6006…中央制御装置メモリ要素部が備えるトポロジ・波長対応データベース、6007…ハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）サーバ、6008…障害記録データベース、6009…波長資源データベース、6010～6016, 6021, 6022…接続配線、6017…中央制御装置が備える制御インタフェース（I/F）、6018…トポロジ管理者インタフェース（I/F）、6019…認証制御部、6020…認証データベース、7000…トポロジ管理者コンソール端末が備えるブラウザ、7001…トポロジ管理者コンソール端末、9000…4×4周回性波長配置、9001～9008…リンクトポロジ波長配置、9001～9012…フルメッシュトポロジ波長配置、10001a～10001d…トポロジ変更情報クラス、10002a～10002d…波長可変光源オブジェクト、10003a～10003d…波長可変フィルタオブジェクト、10004a～10004d…波長変更時間情報、10005a～10005d…通信ノード番号情報、11000a…ブラウザに備えられるトポロジ管理者インタフェース、11000b…ブラウザに備えられるノード管理者インタフェース、11001…トポロジ表示部・トポロジ変更部、11002…波長資源情報表示部、11003…トポロジ変更時刻入力部、11004…トポロジ変更時刻表示部、11005…現在時刻表示部、11006…トポロジ変更予告メッセージ表示部、11007…トポロジ種別情報表示部、11008…トポロジ変更履歴情報表示部、11009…障害情報表示部、11010…トポロジ変更要請許可・拒否入力部、11011…通信ノード機器状態表示部、11012…ログイン・ログアウト指定部、11013…認証ユーザ名・パスワード入力部、11014…ユーザ認証入力部、12000…通信ノード状態ビット表、12001…通信ノード状態ビット、12002…通信ノード装置状態。

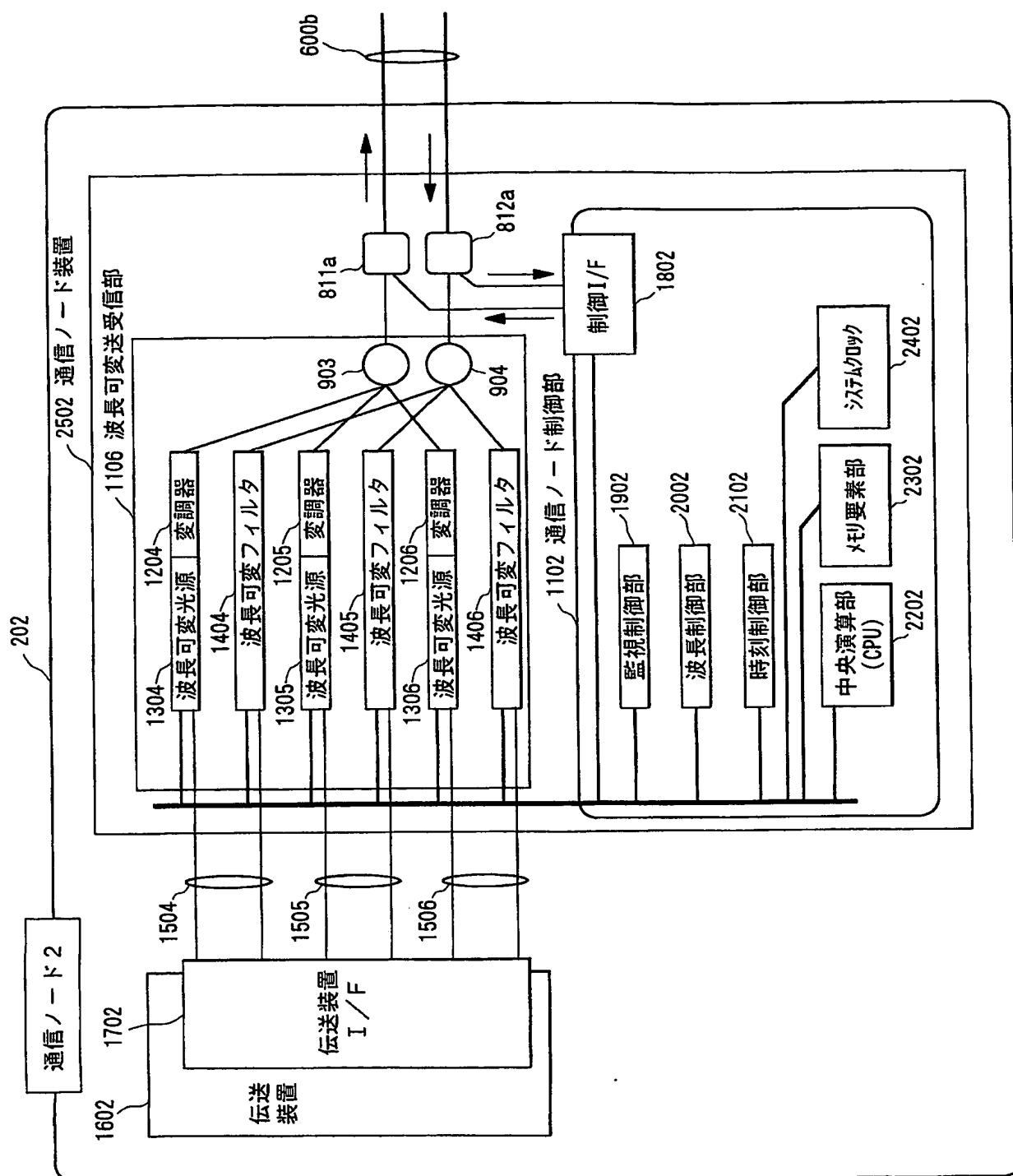
【書類名】 図面
【図 1】



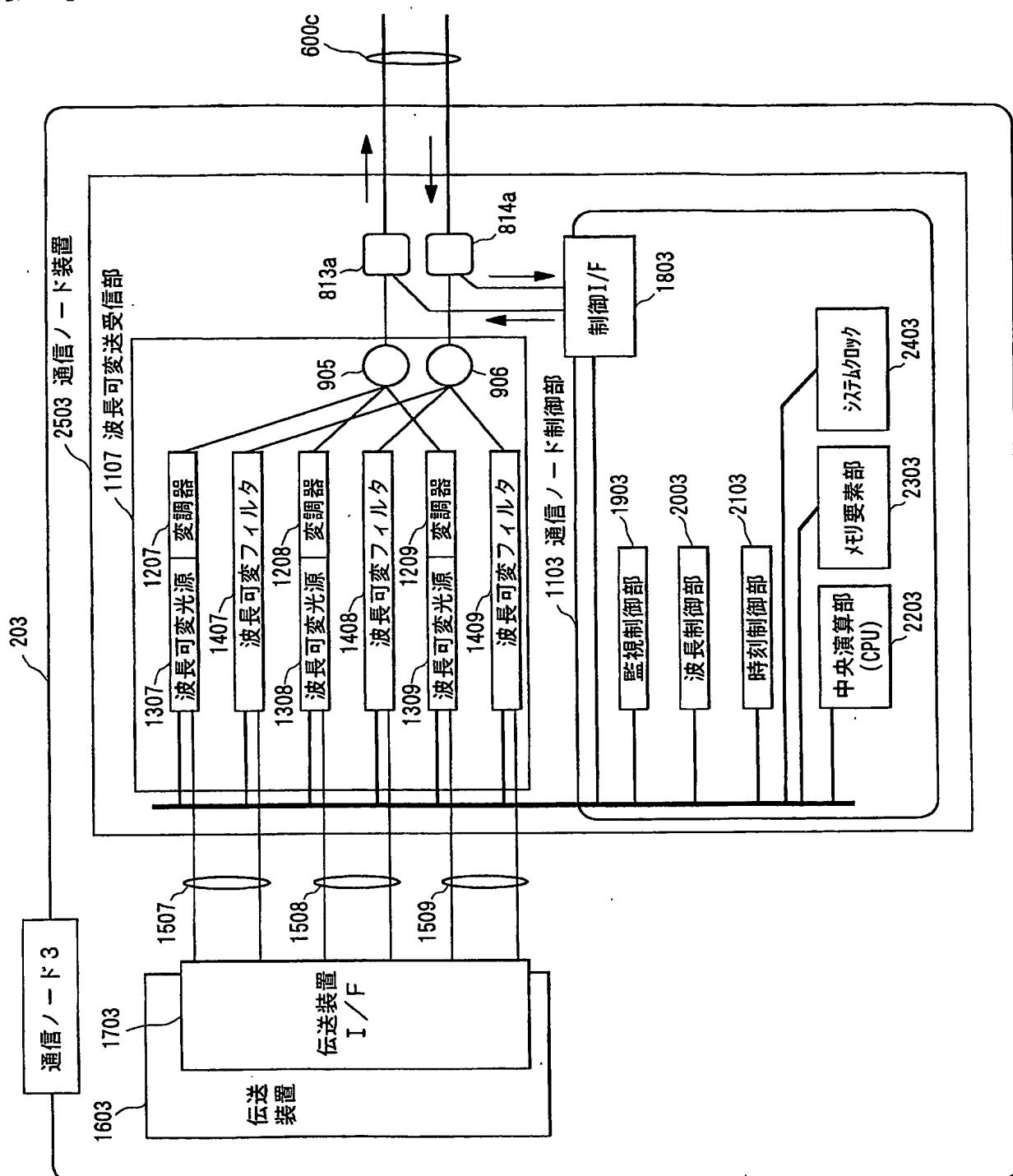
【図2】



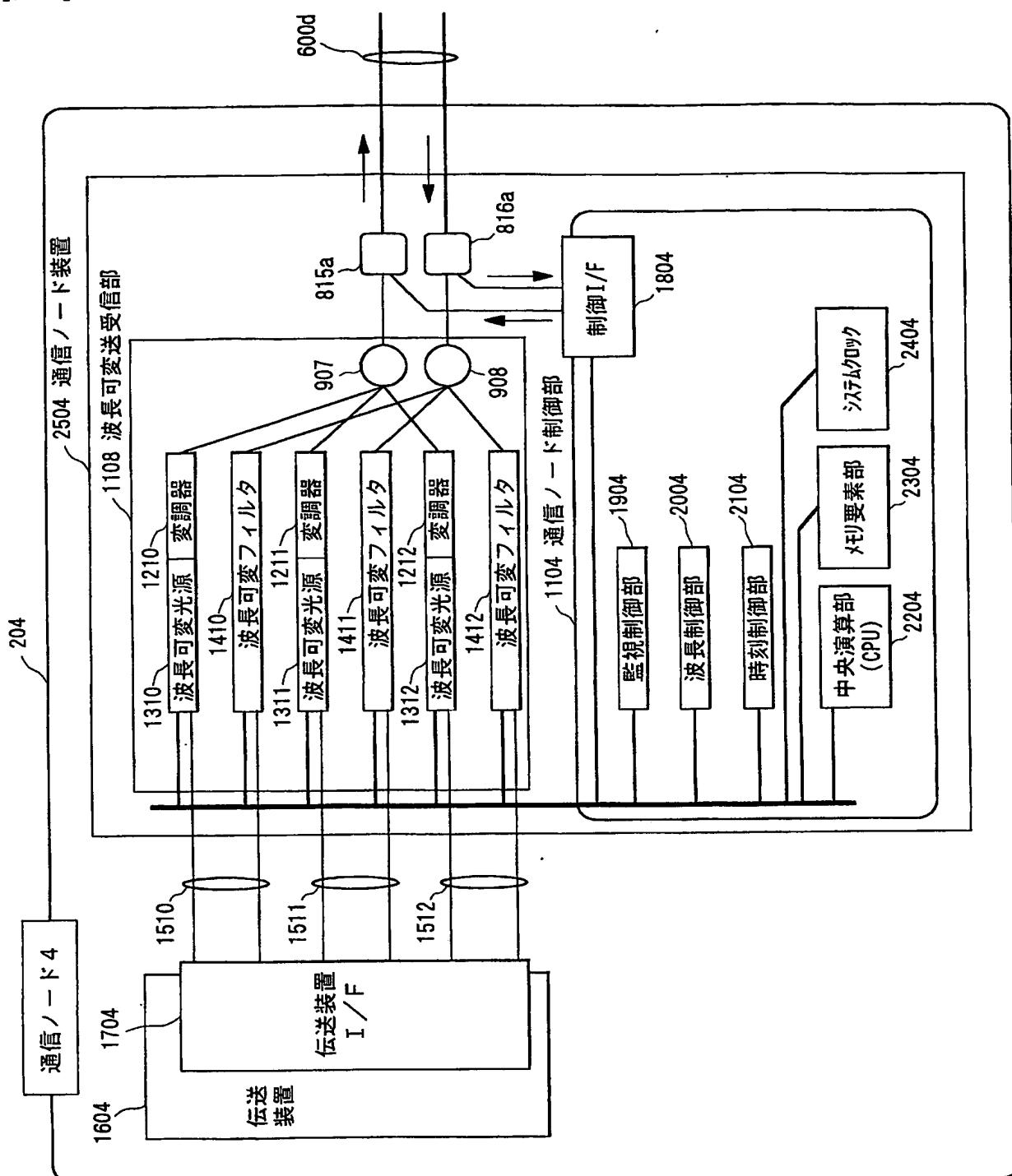
【図3】



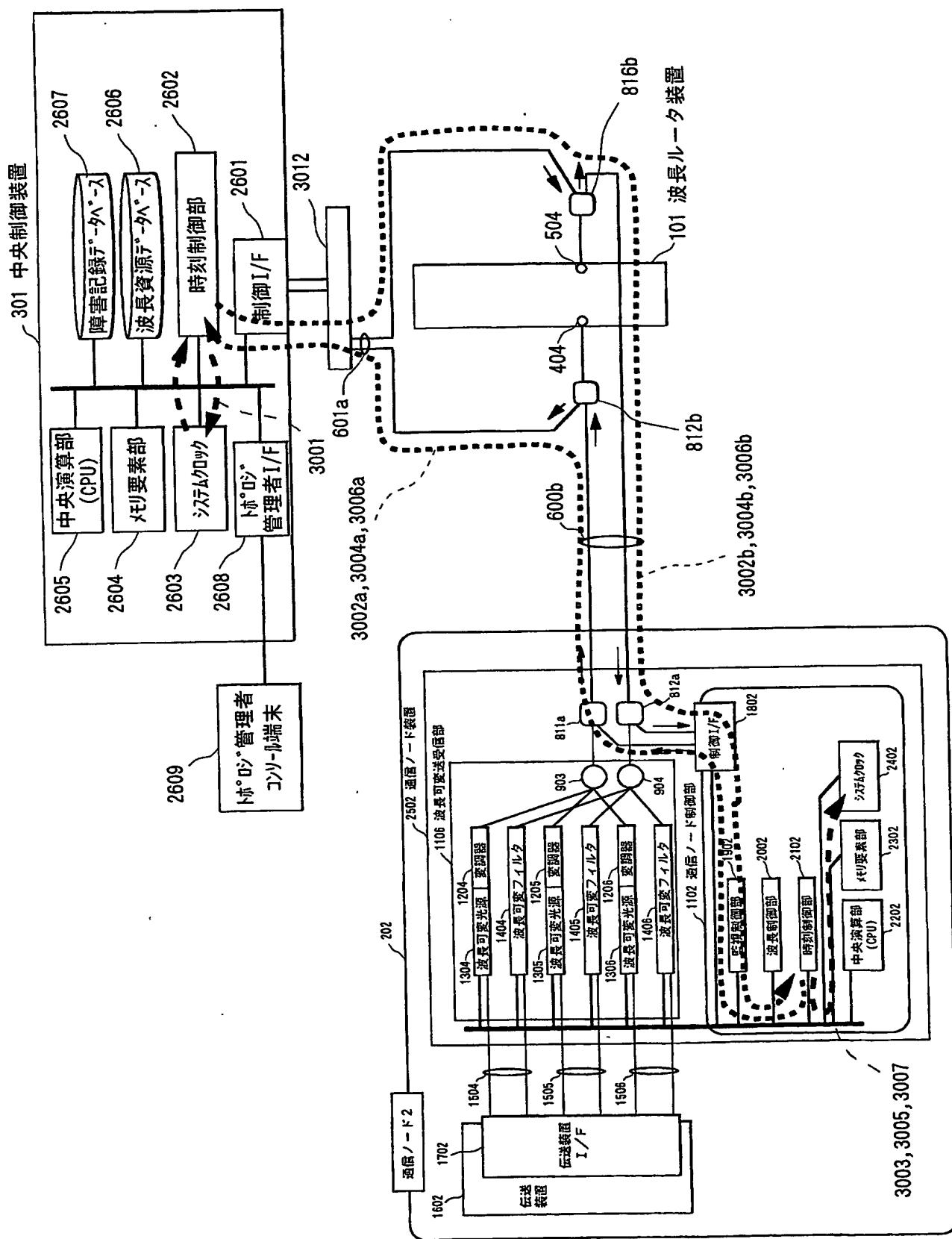
【図4】



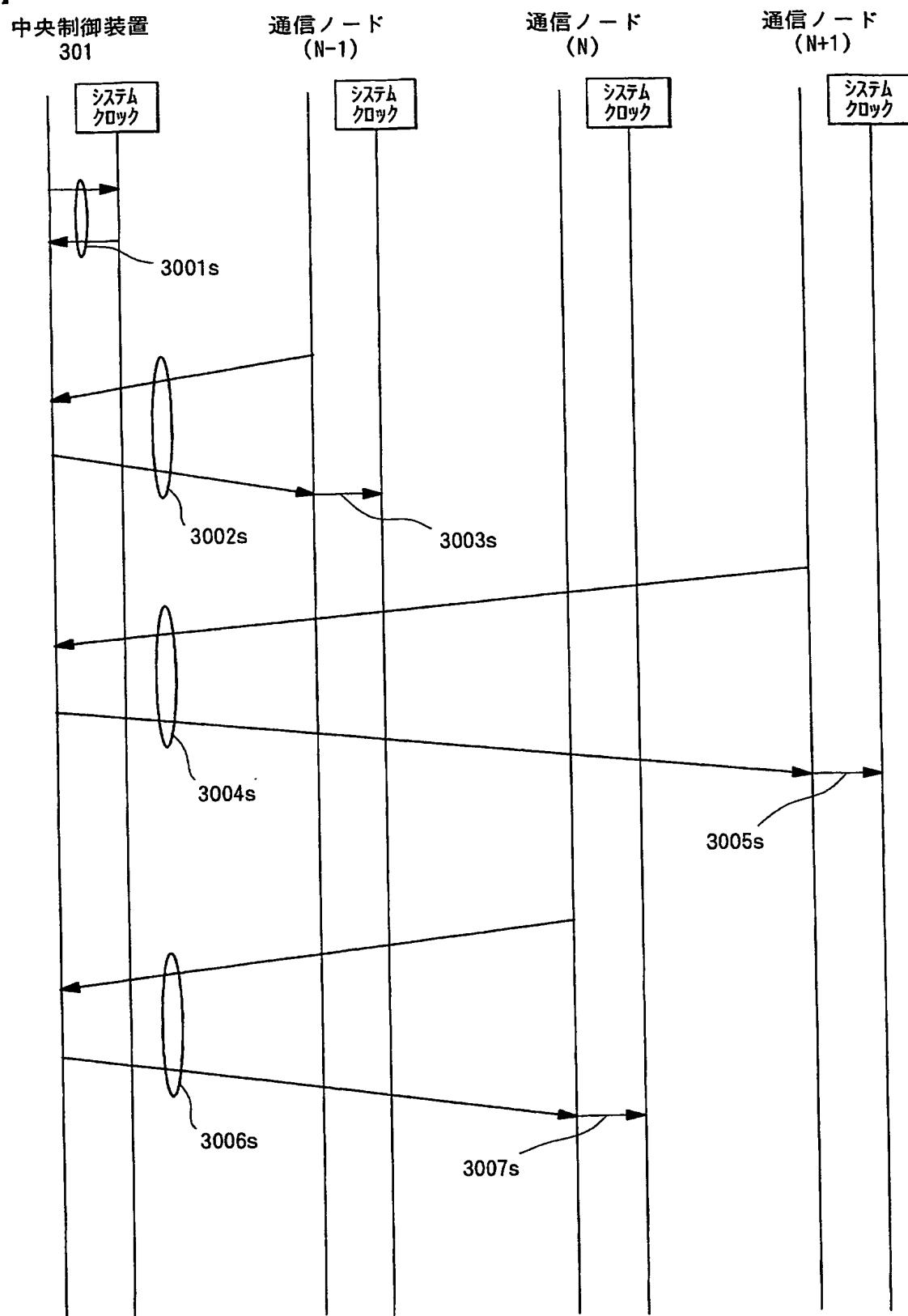
【図5】



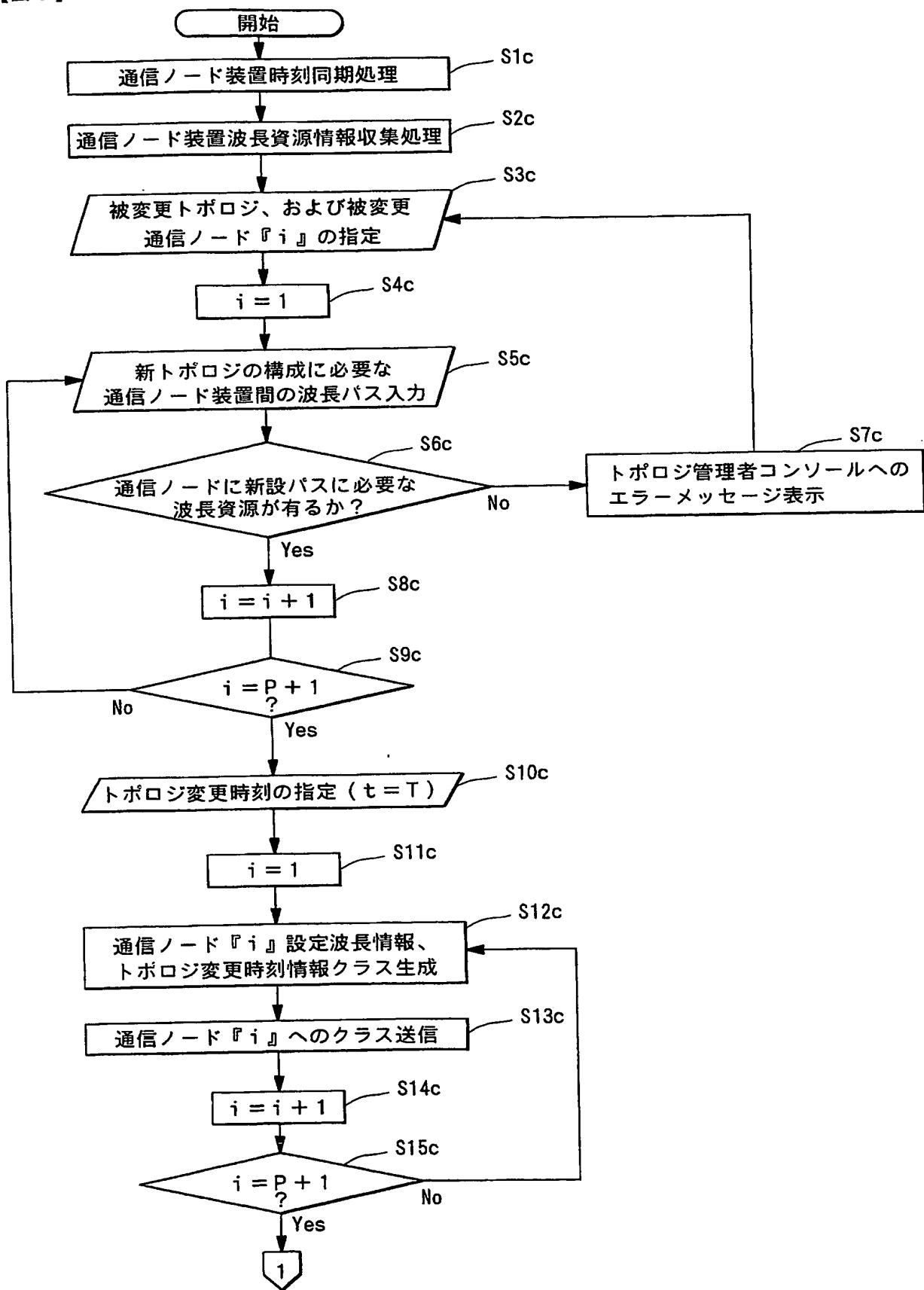
【図6】



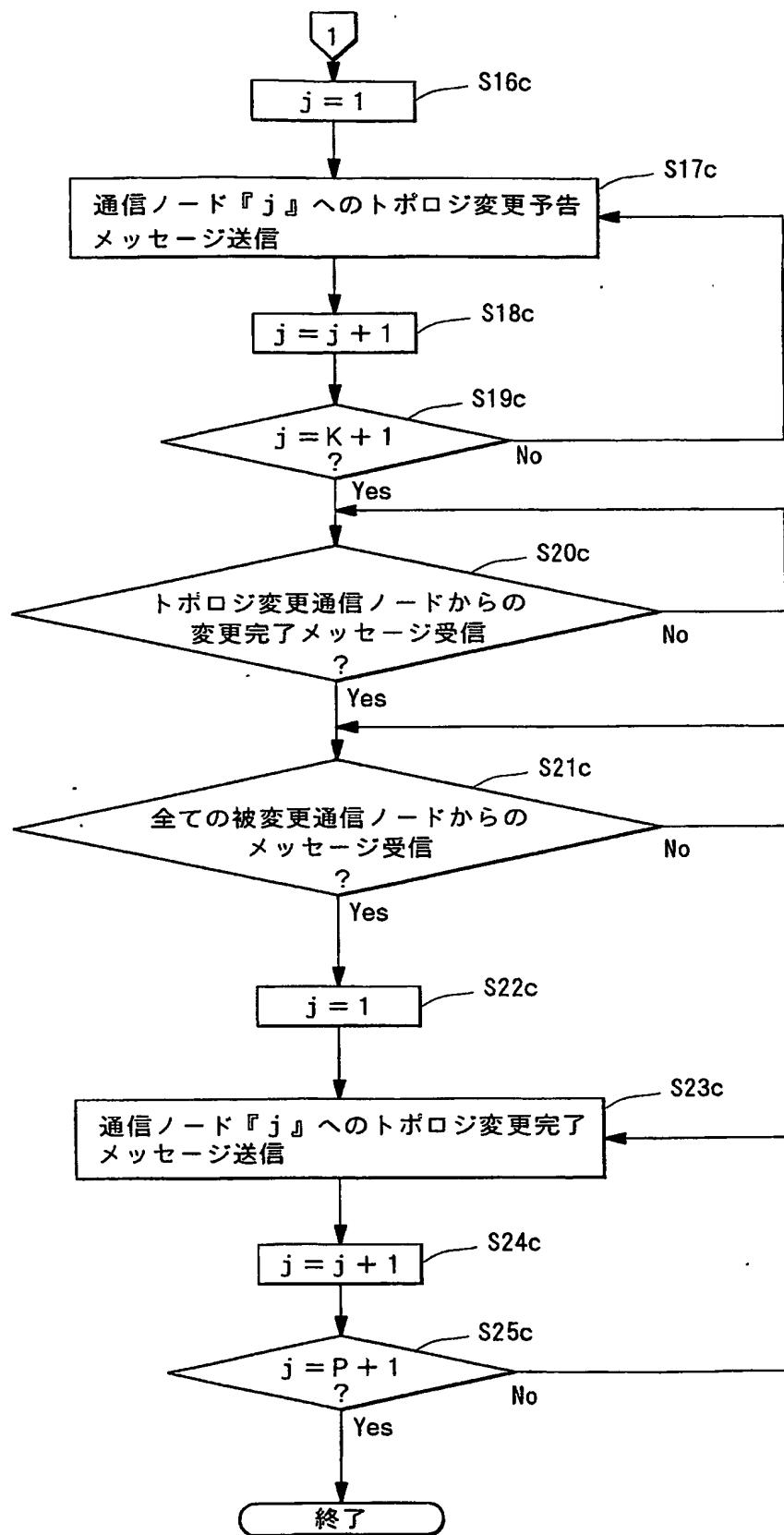
【図 7】



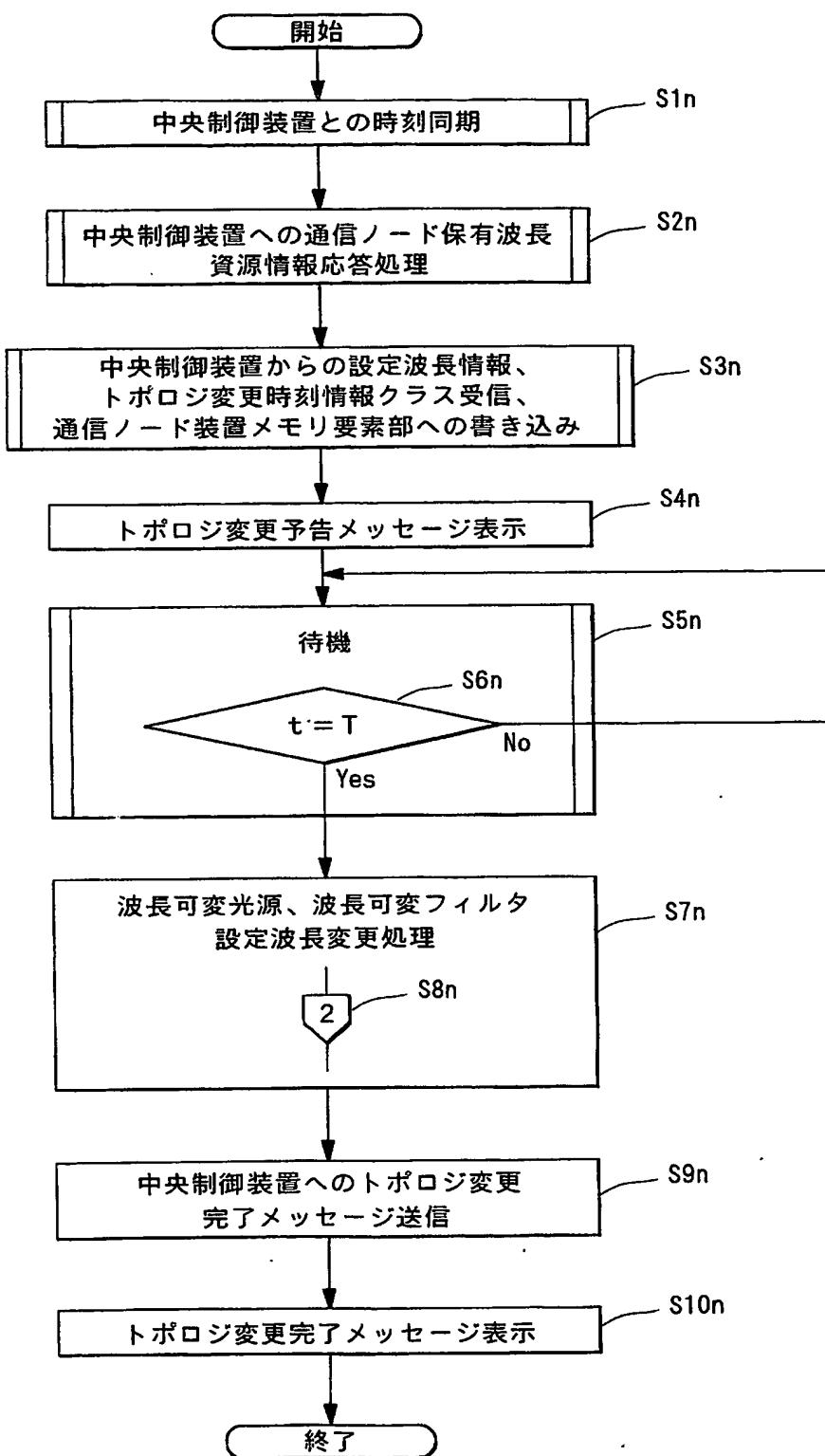
【図8】



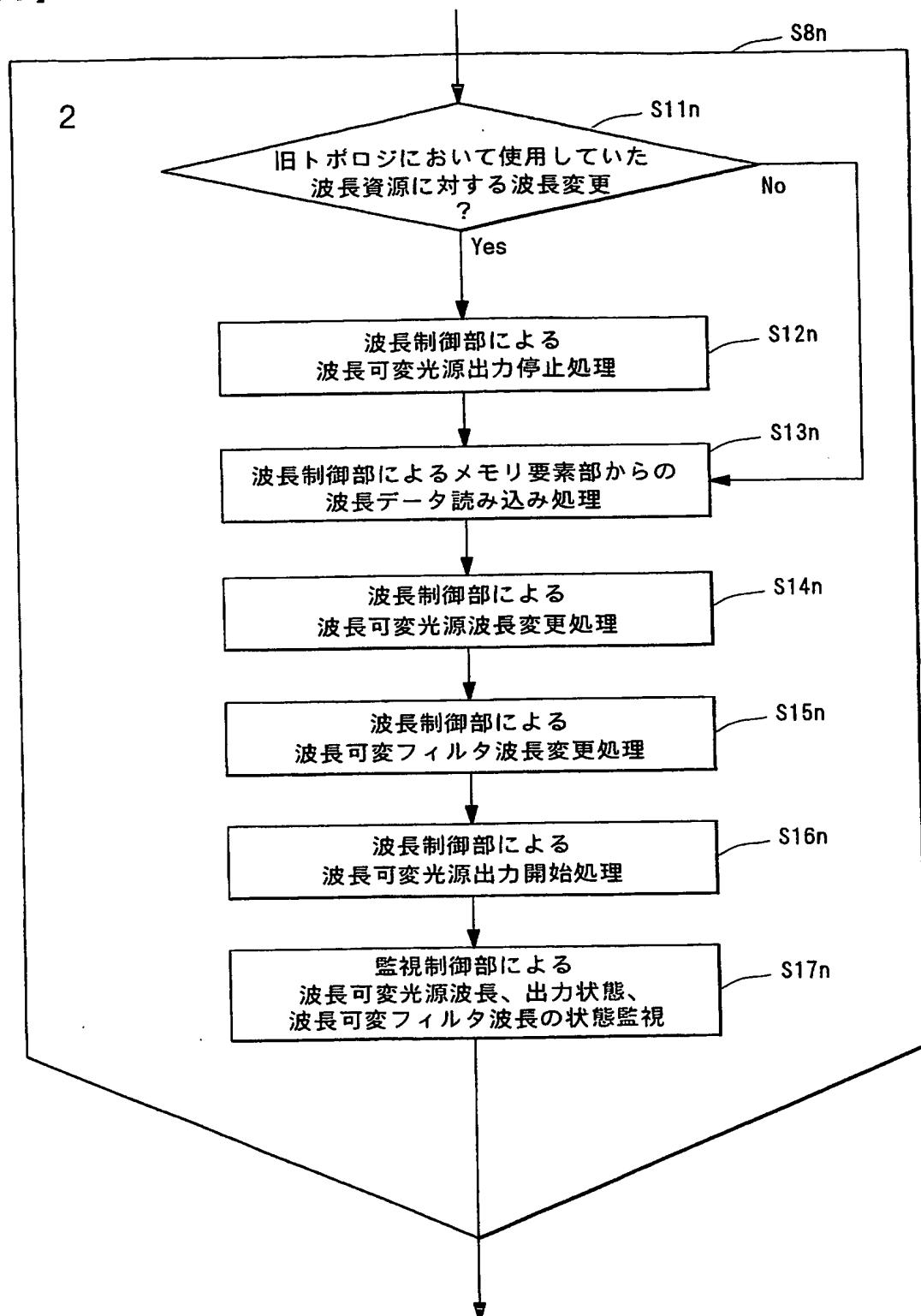
【図9】



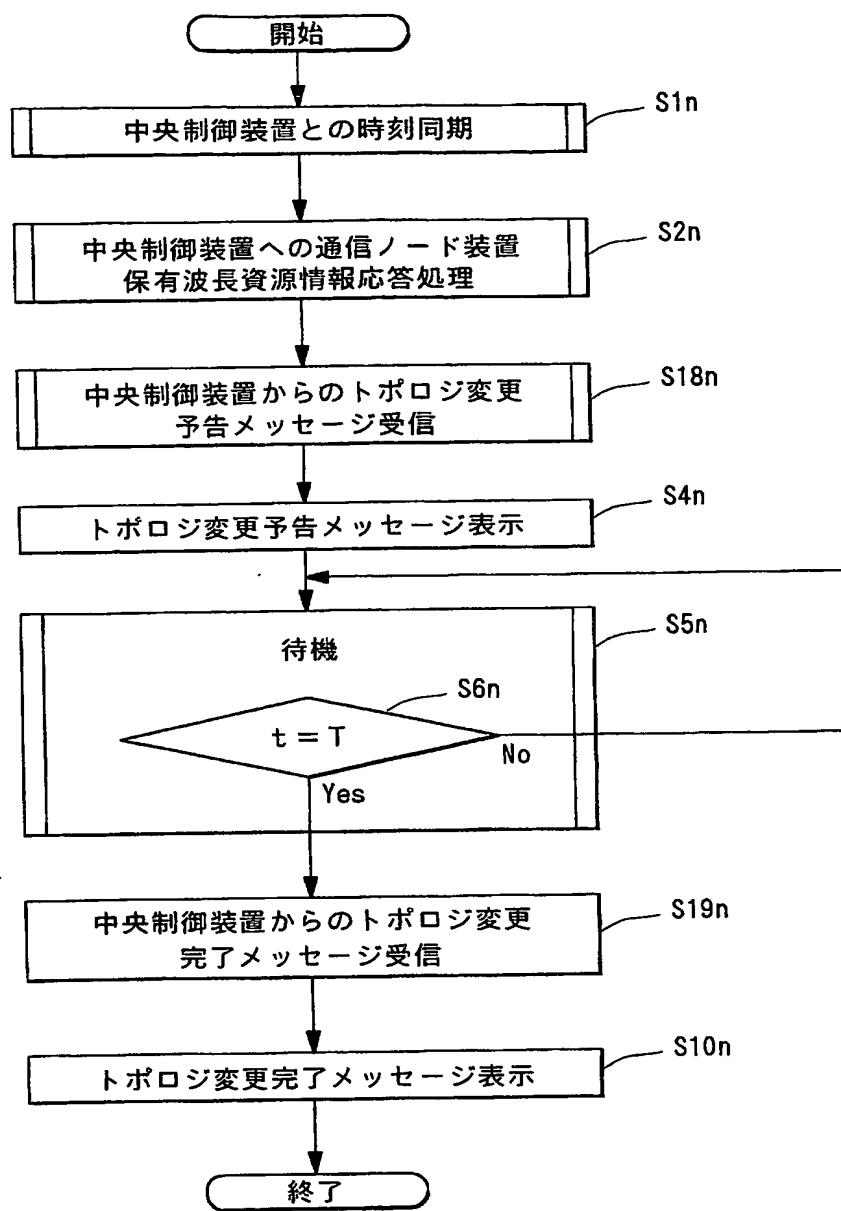
【図10】



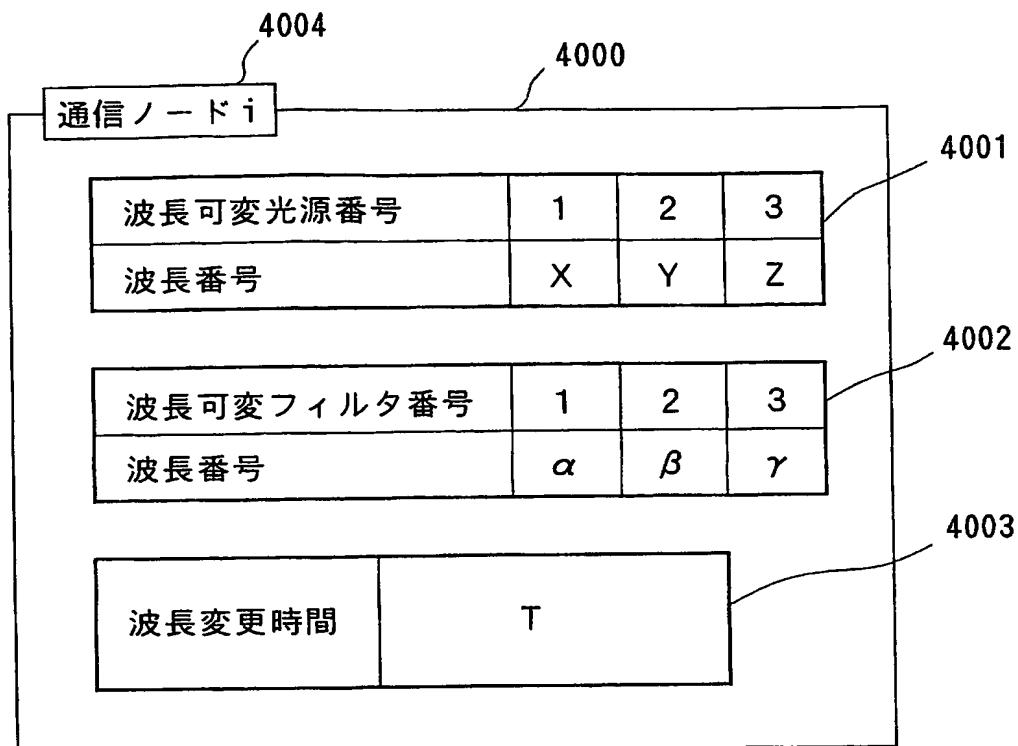
【図11】



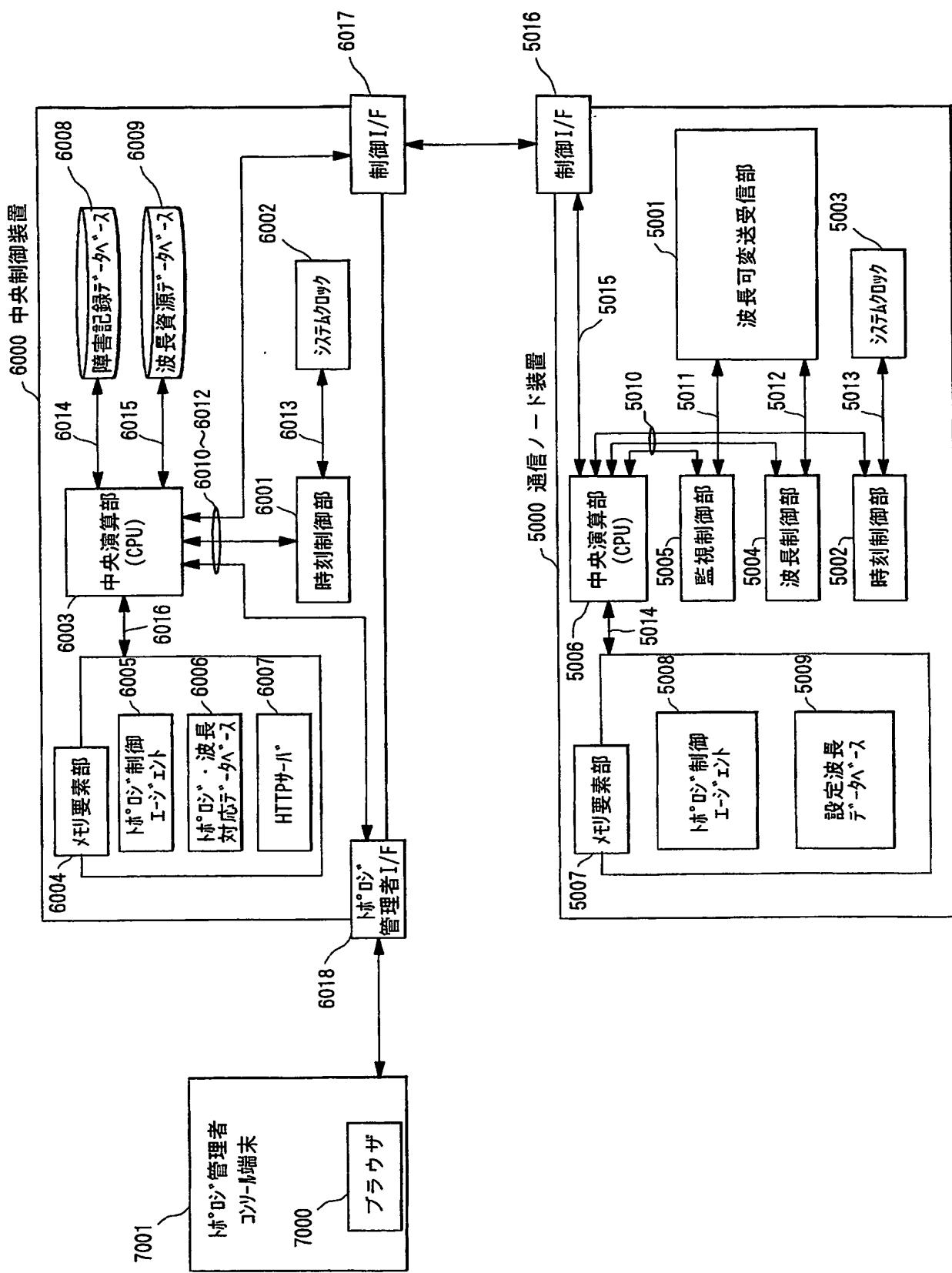
【図12】



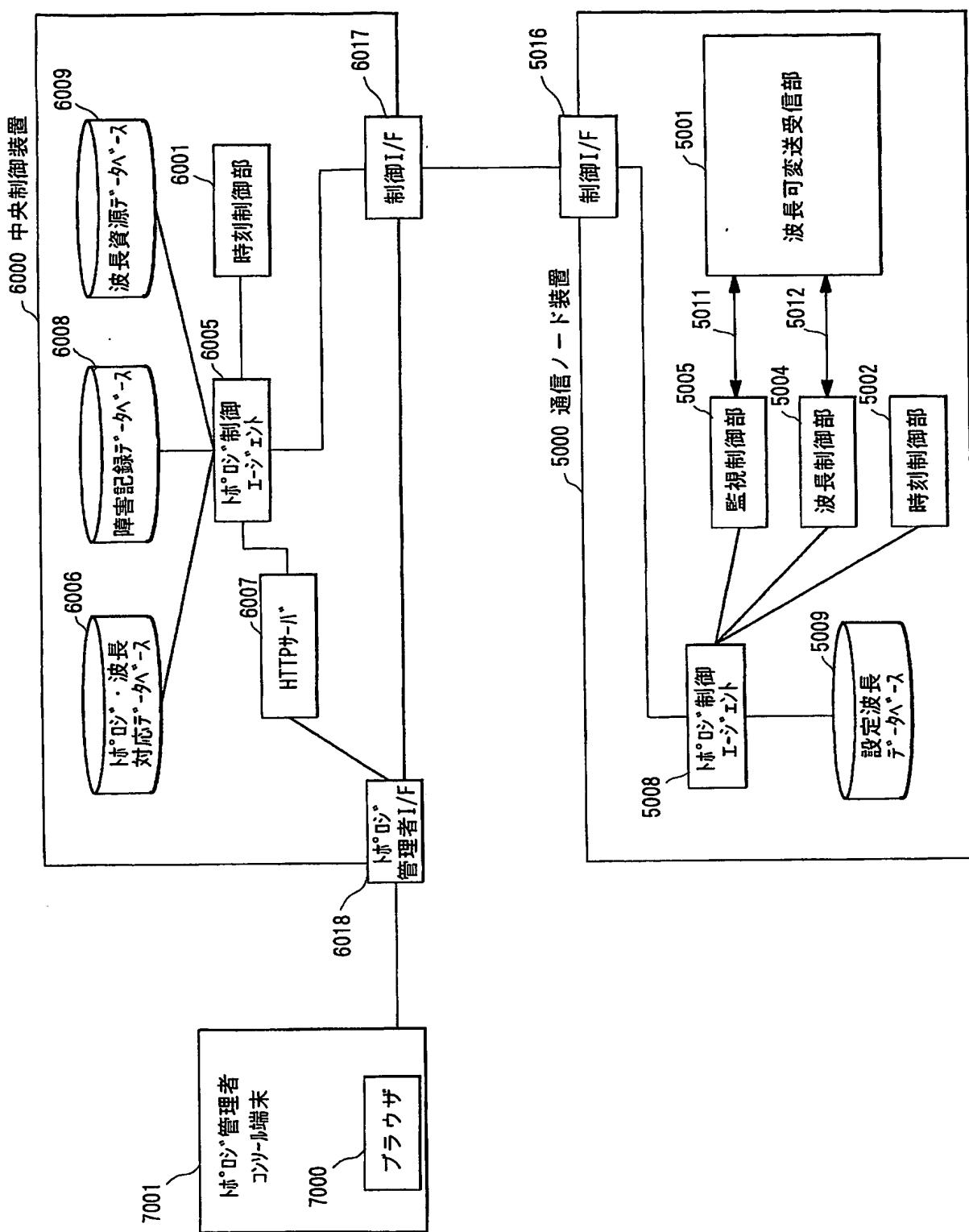
【図13】



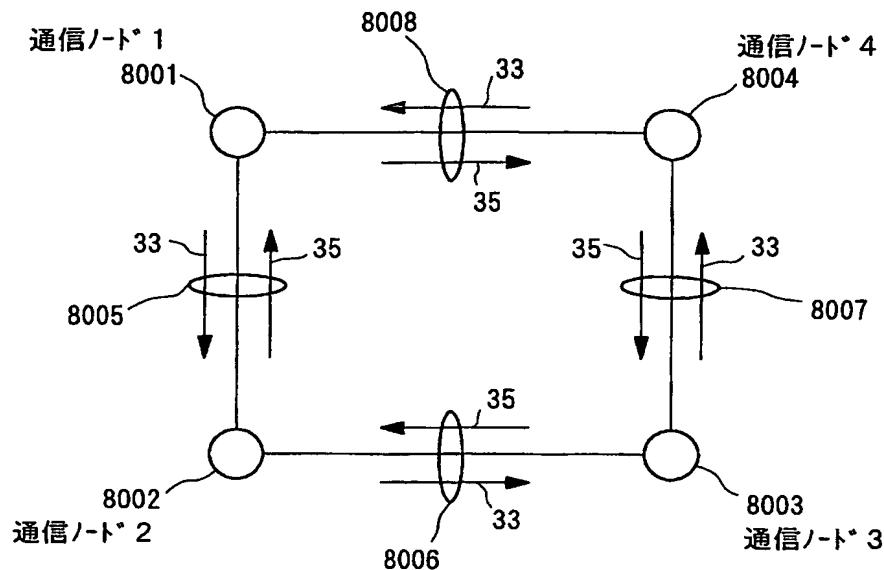
【図14】



【図15】



【図16】

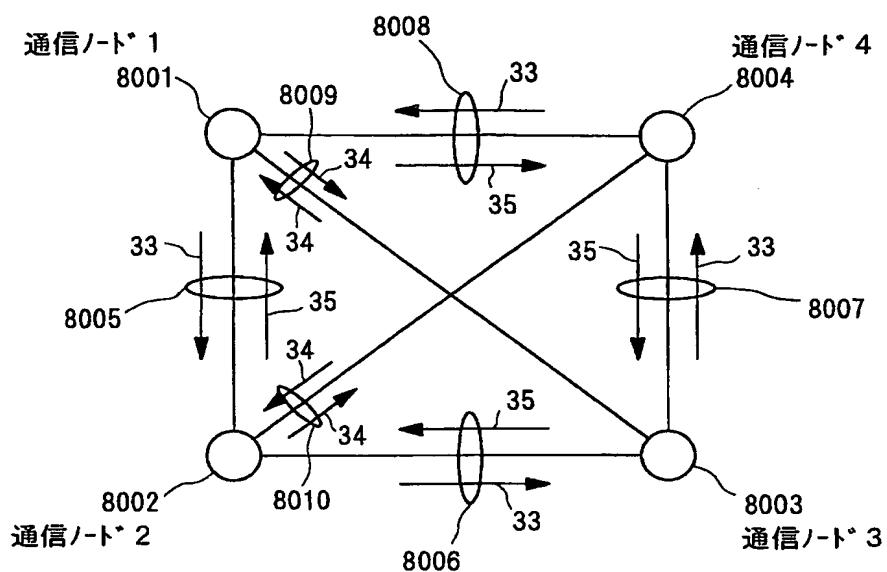


【図17】

9000

	1	2	3	4
1	3 2	3 3 (9001)	3 4	3 5 (9002)
2	3 5 (9003)	3 2	3 3 (9004)	3 4
3	3 4	3 5 (9005)	3 2	3 3 (9006)
4	3 3 (9007)	3 4	3 5 (9008)	3 2

【図18】

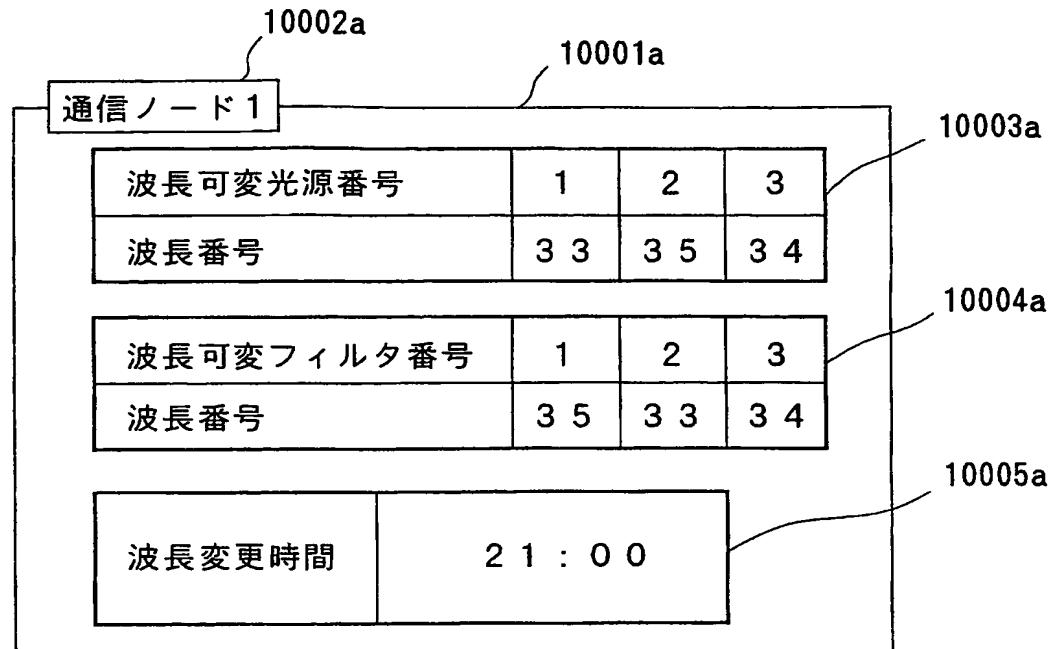


【図19】

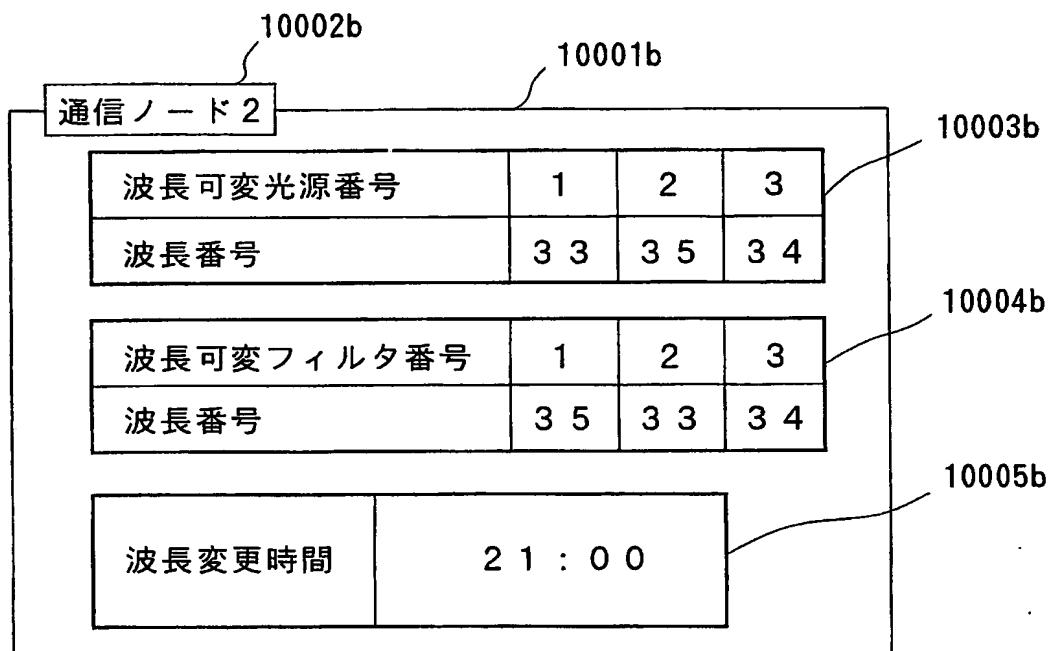
9000

	1	2	3	4
1	3 2	3 3 (9001)	3 4 (9009)	3 5 (9002)
2	3 5 (9003)	3 2	3 3 (9004)	3 4 (9010)
3	3 4 (9011)	3 5 (9005)	3 2	3 3 (9006)
4	3 3 (9007)	3 4 (9012)	3 5 (9008)	3 2

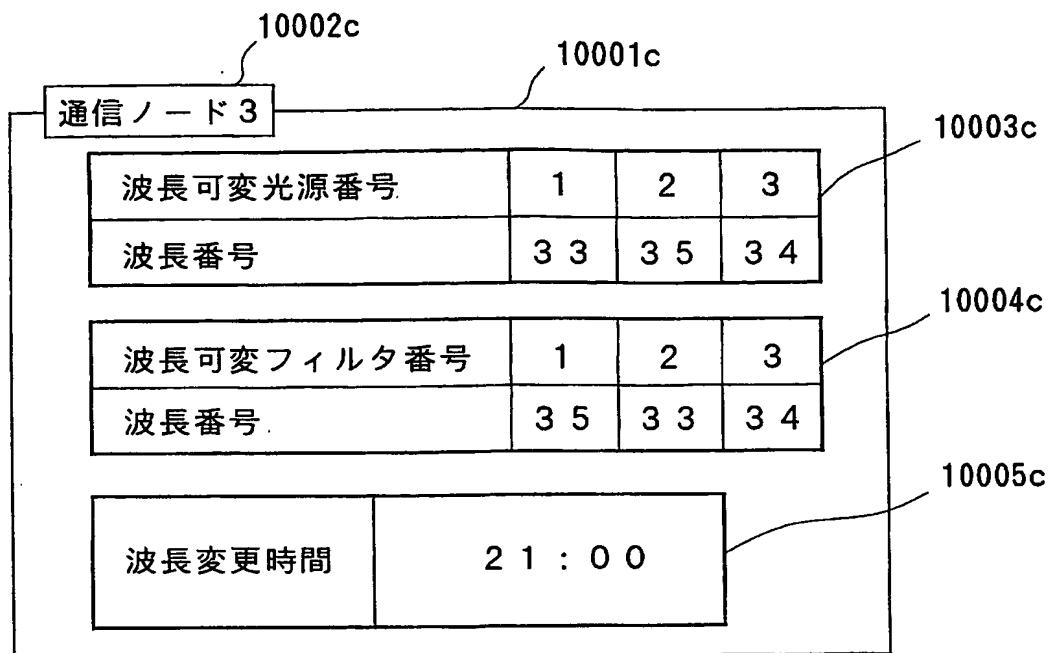
【図20】



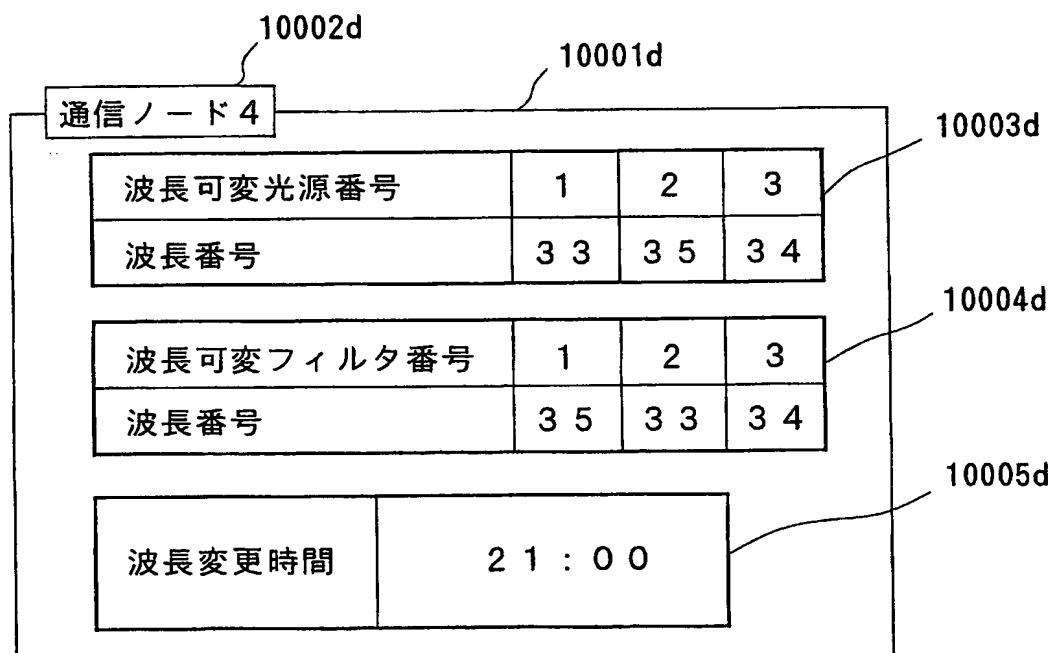
【図21】



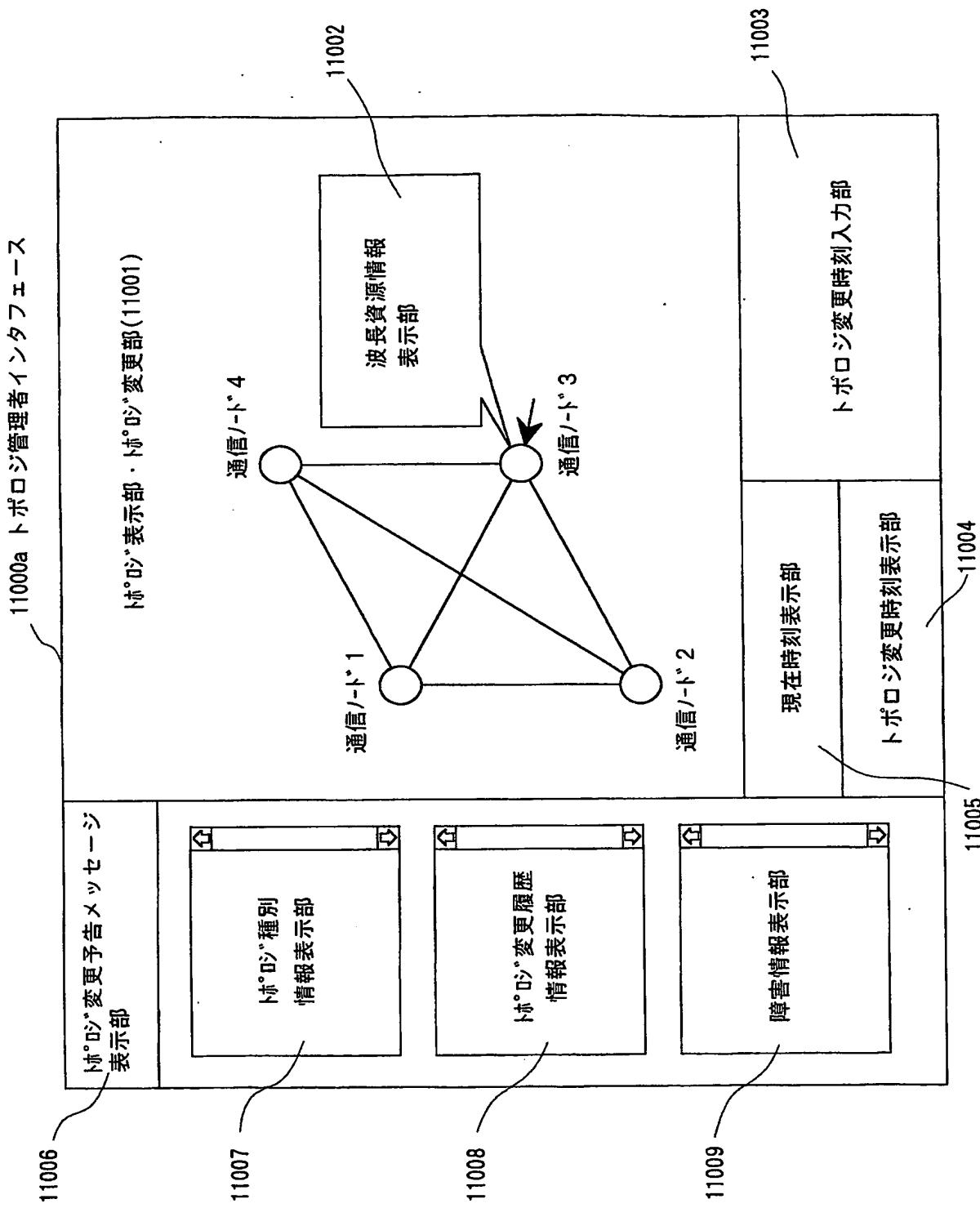
【図22】



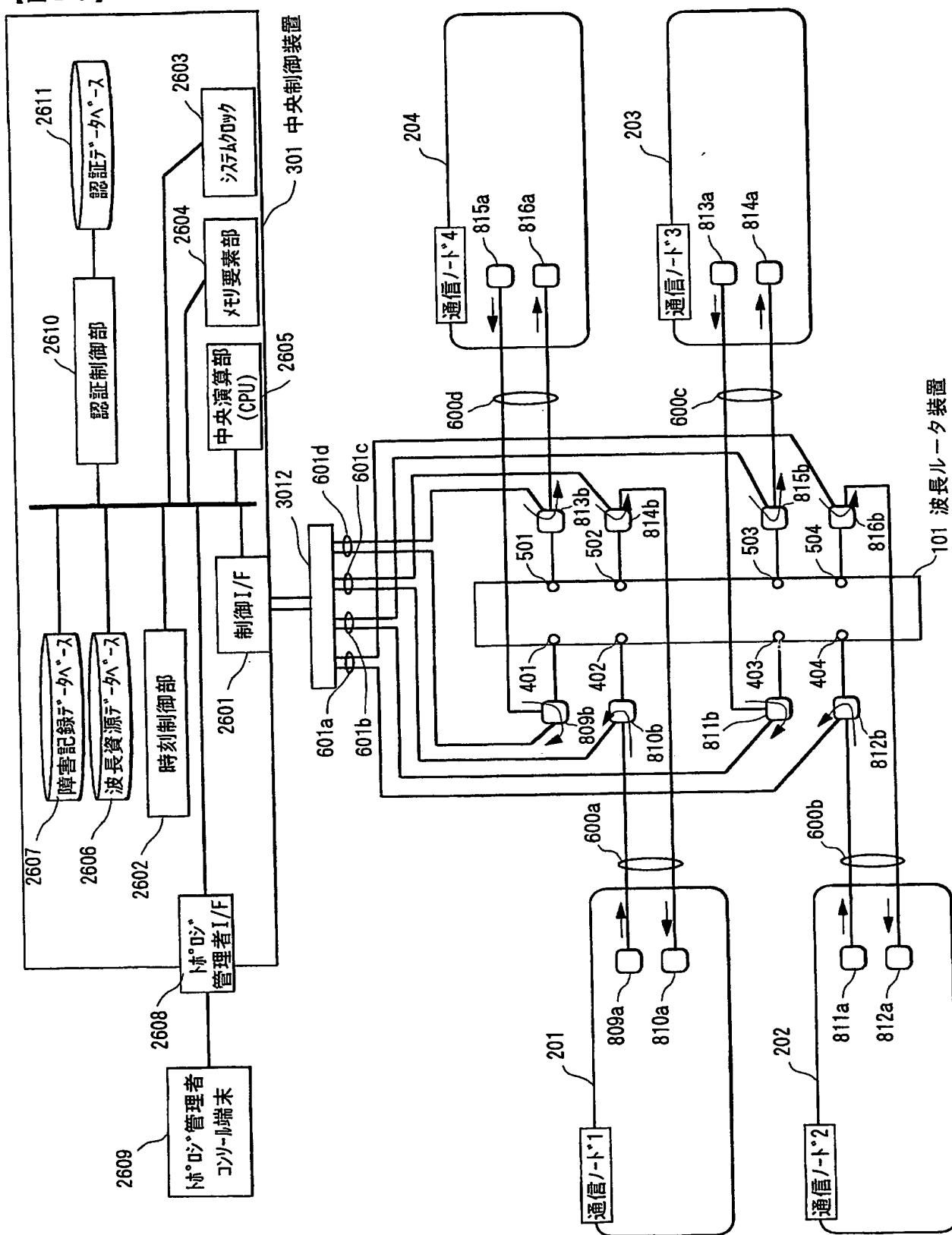
【図23】



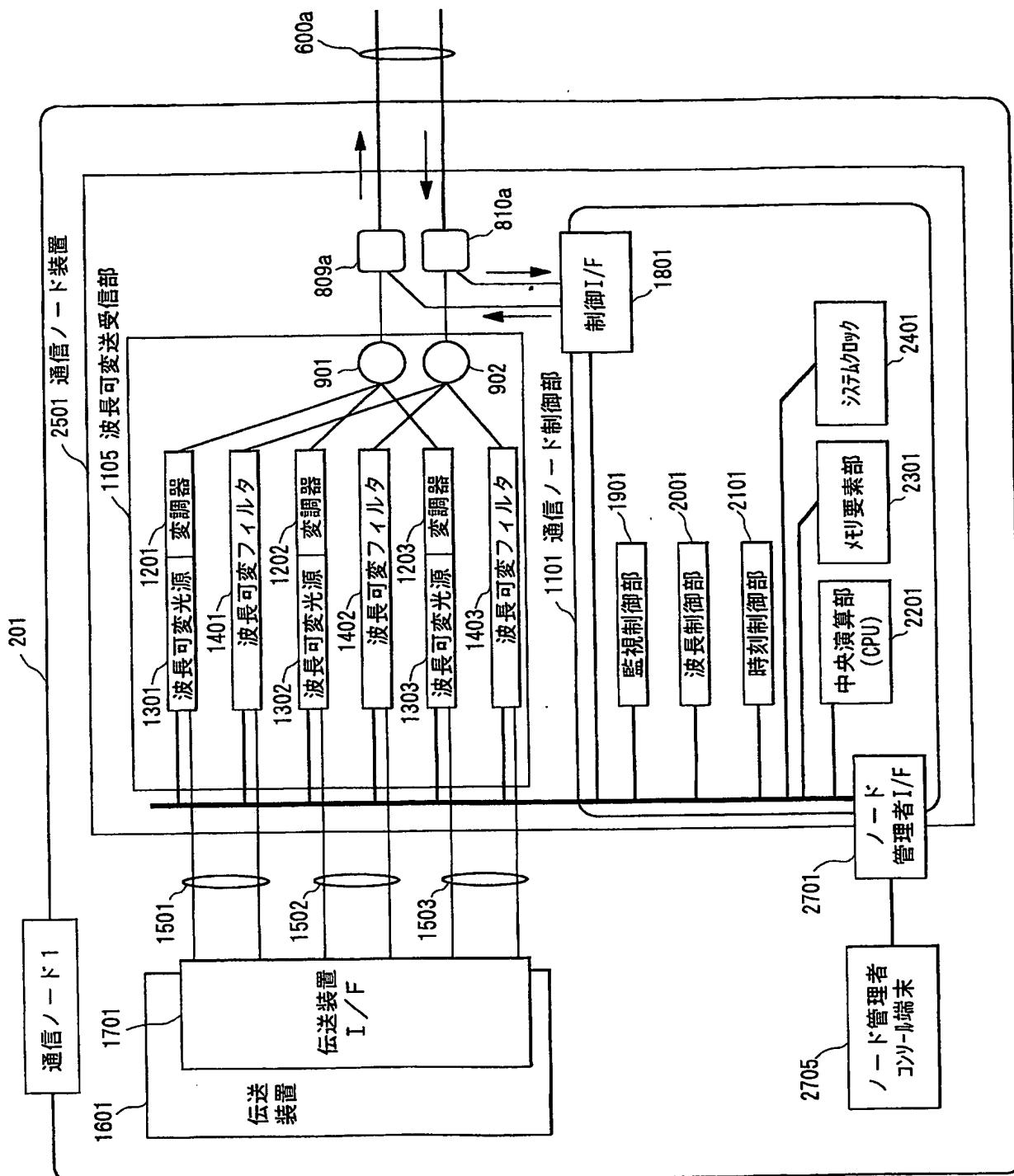
【図24】



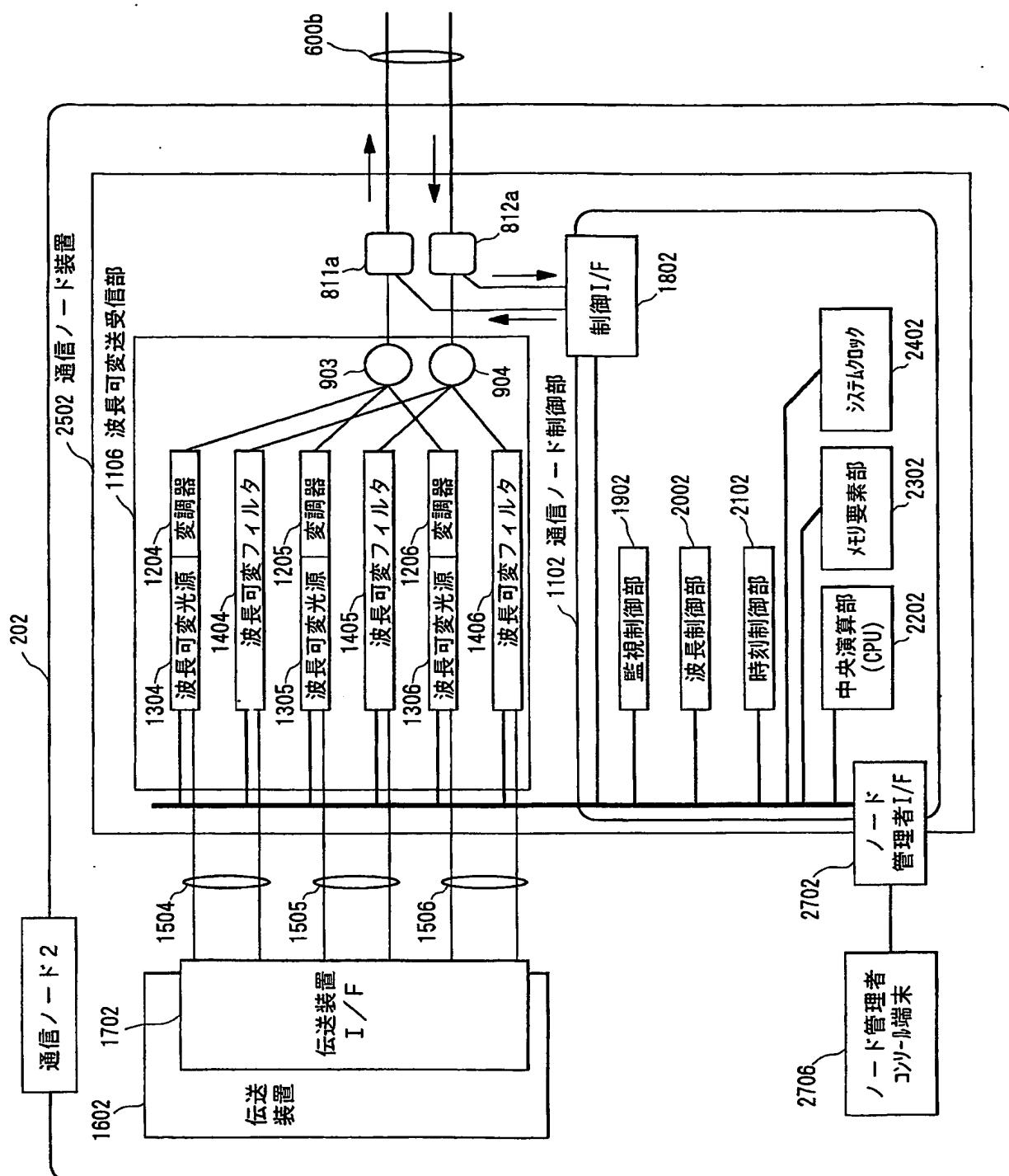
【図25】



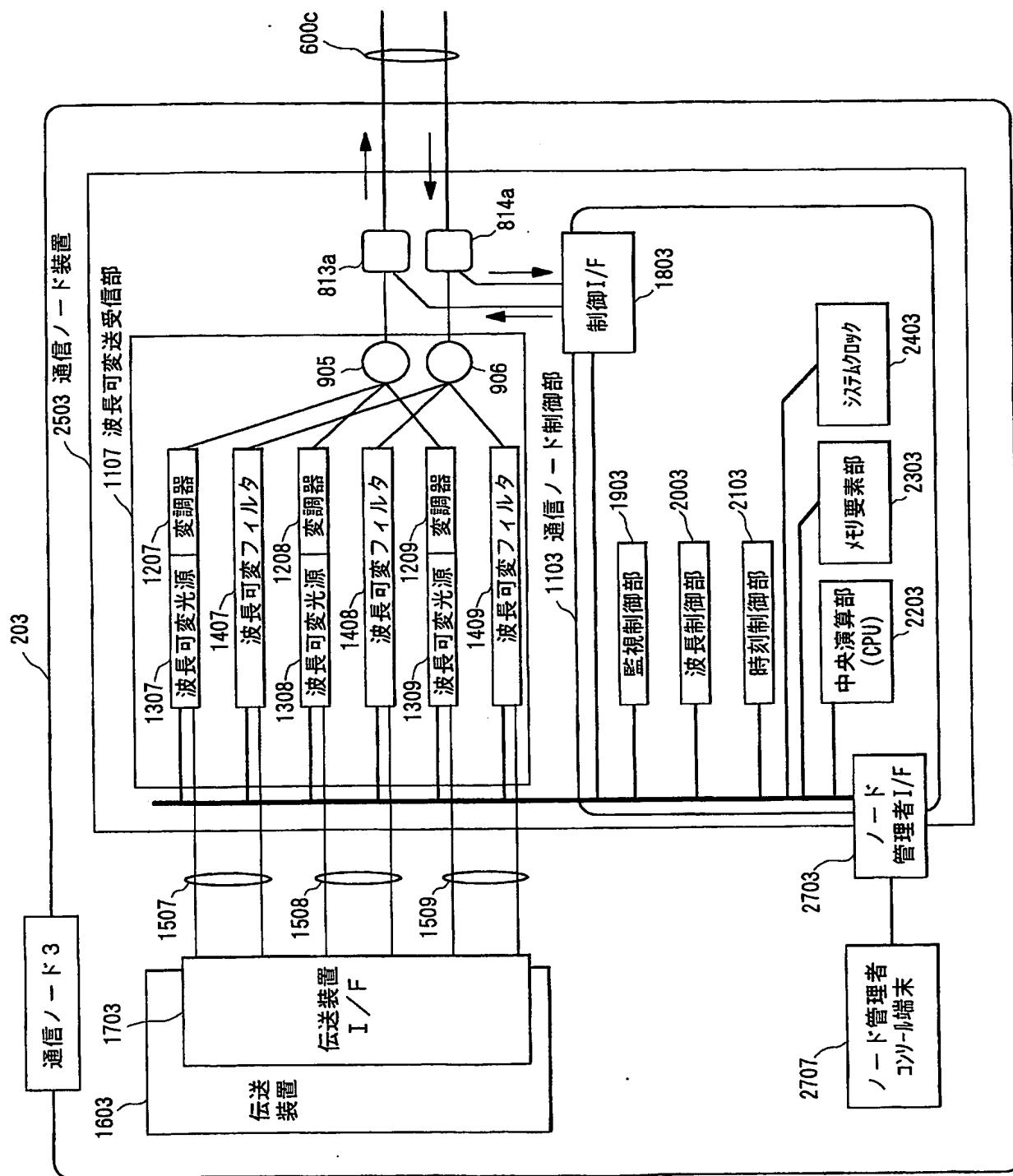
【図26】



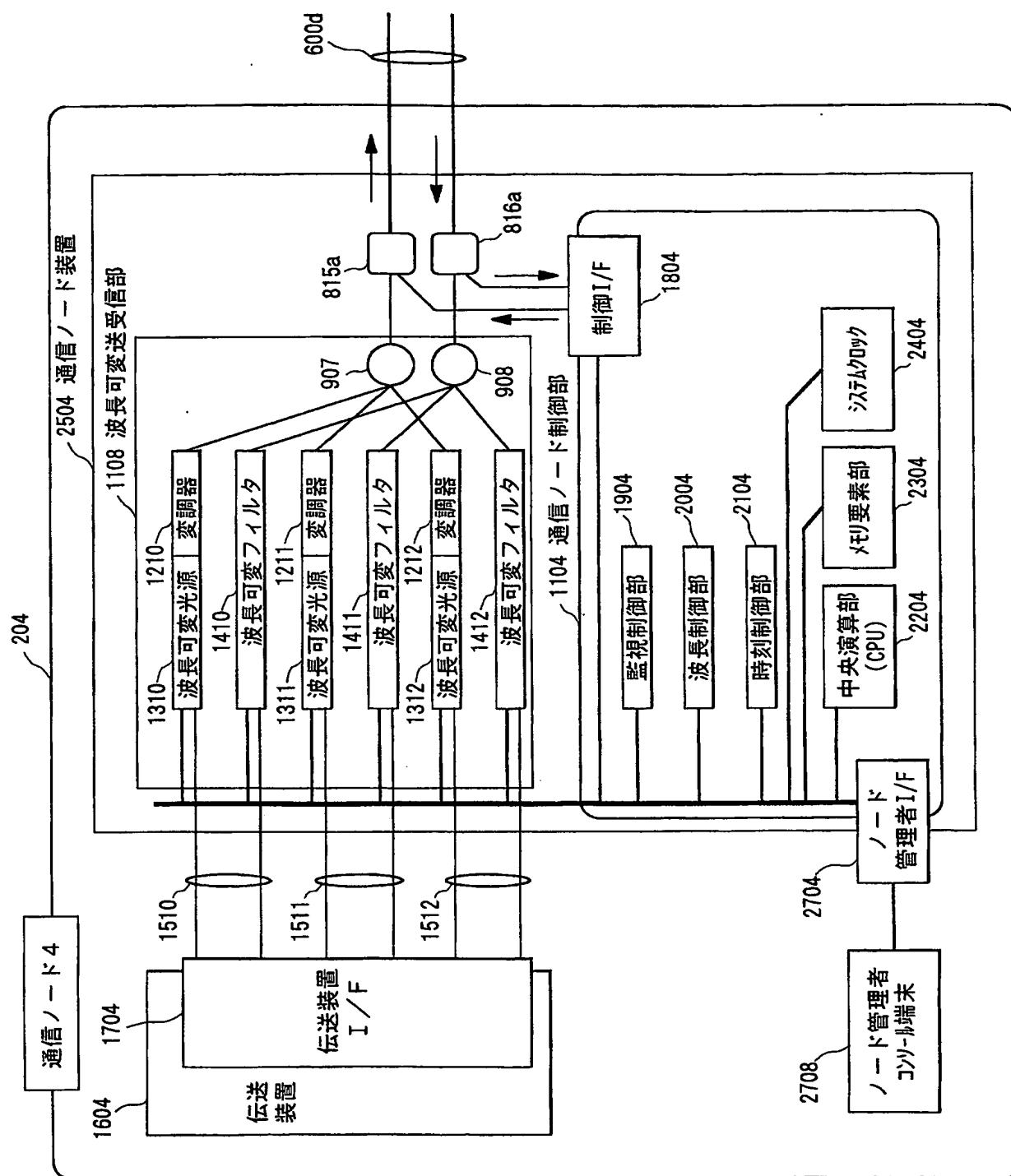
【図27】



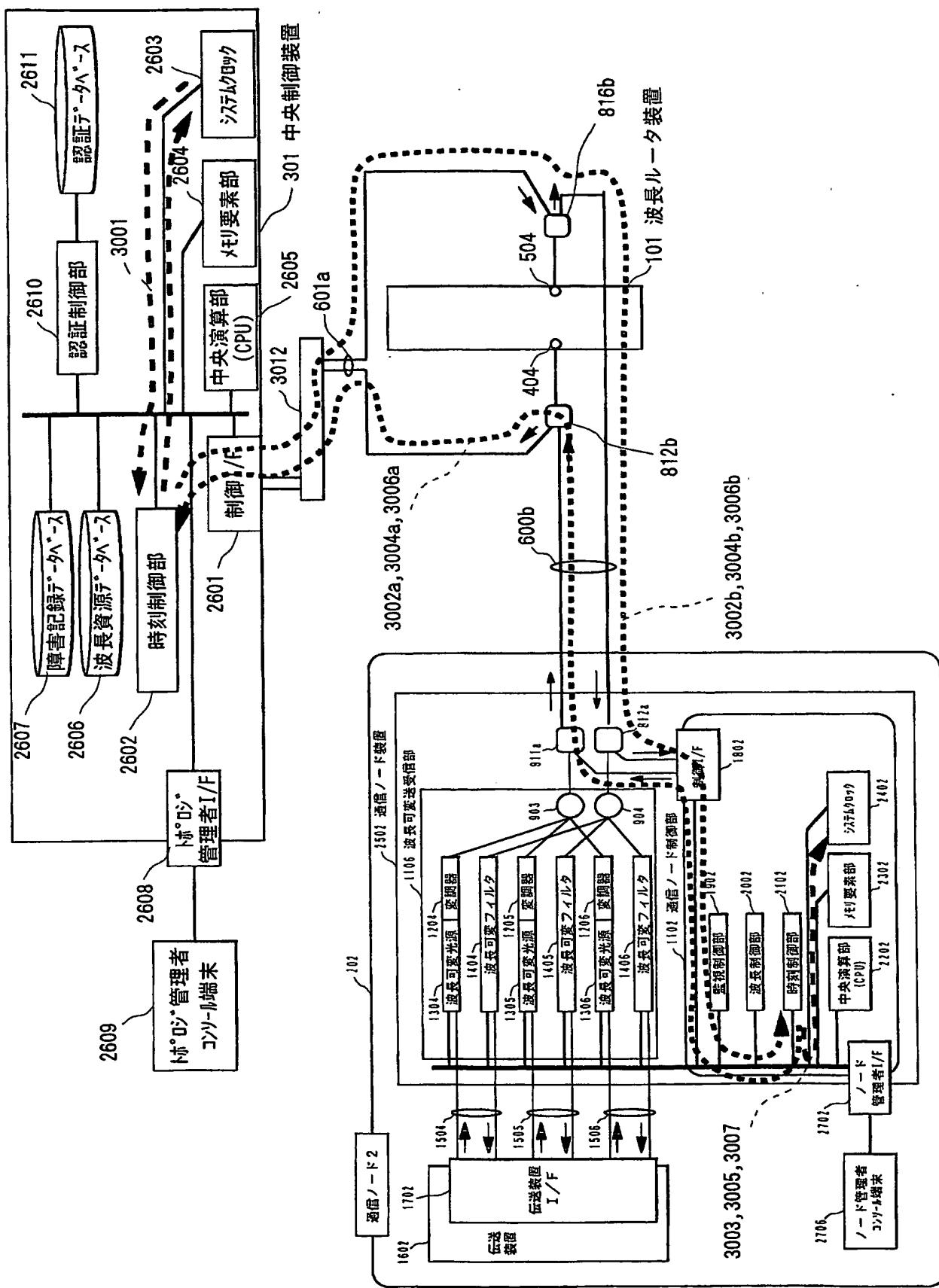
【図28】



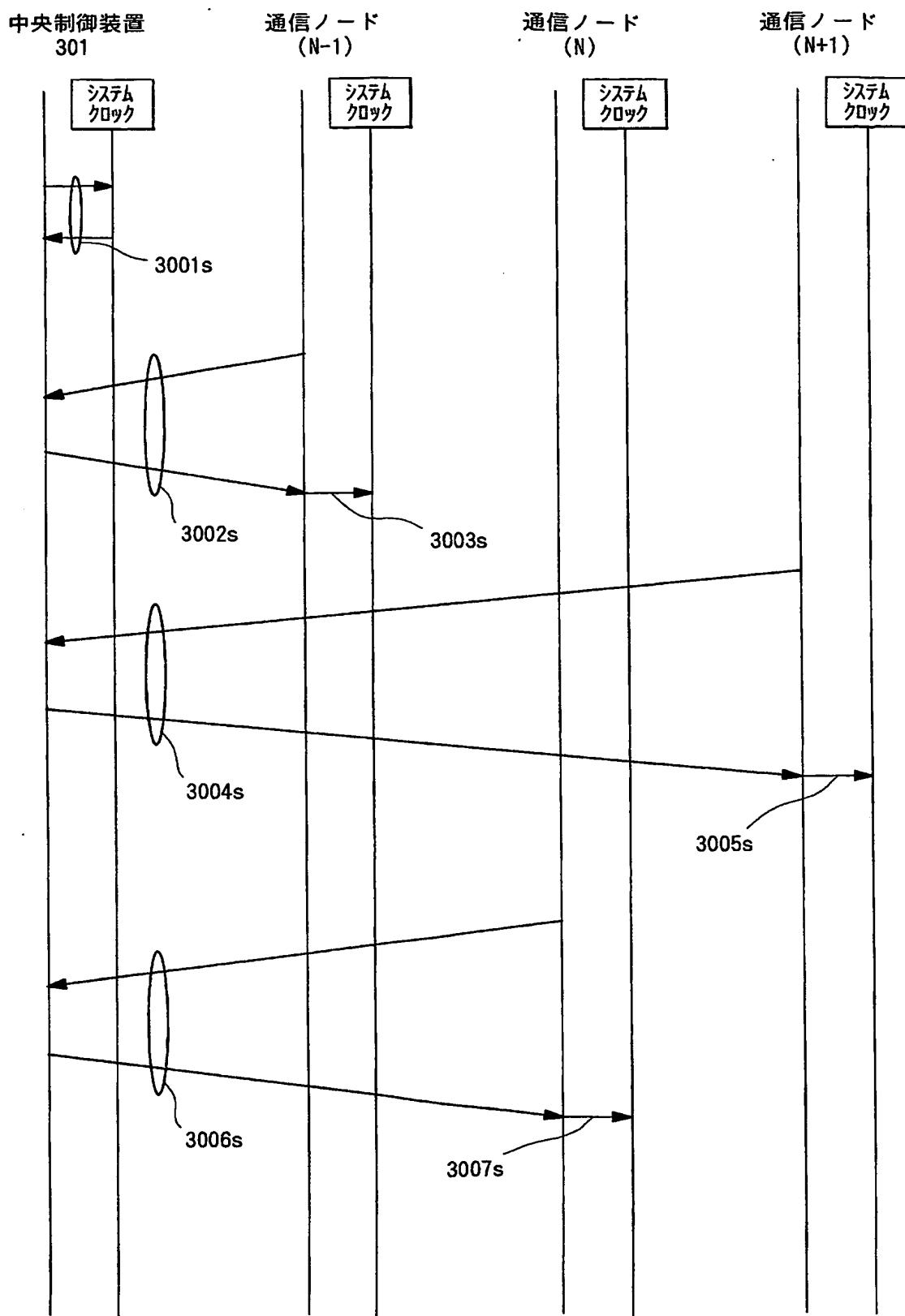
【図29】



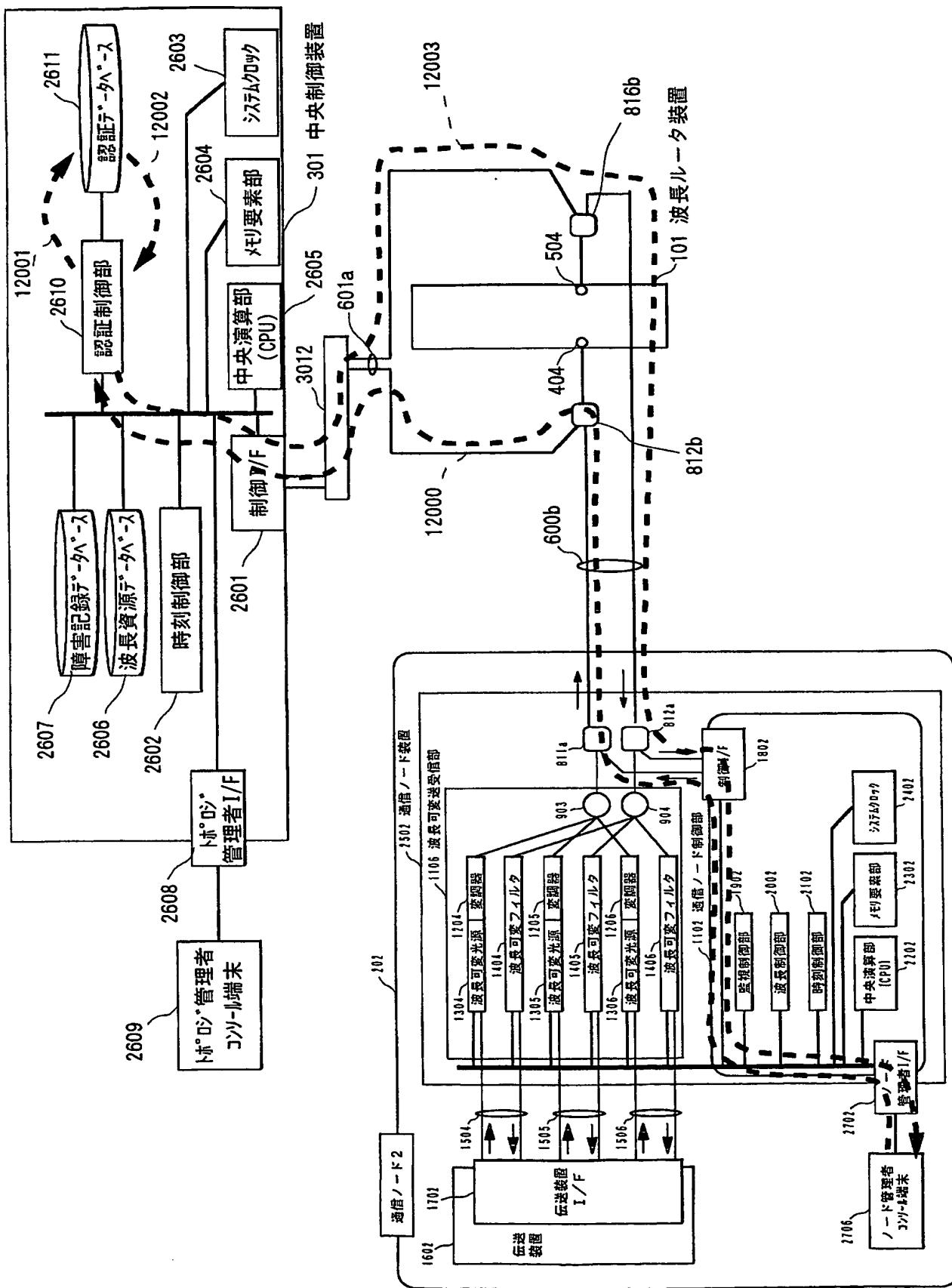
【図30】



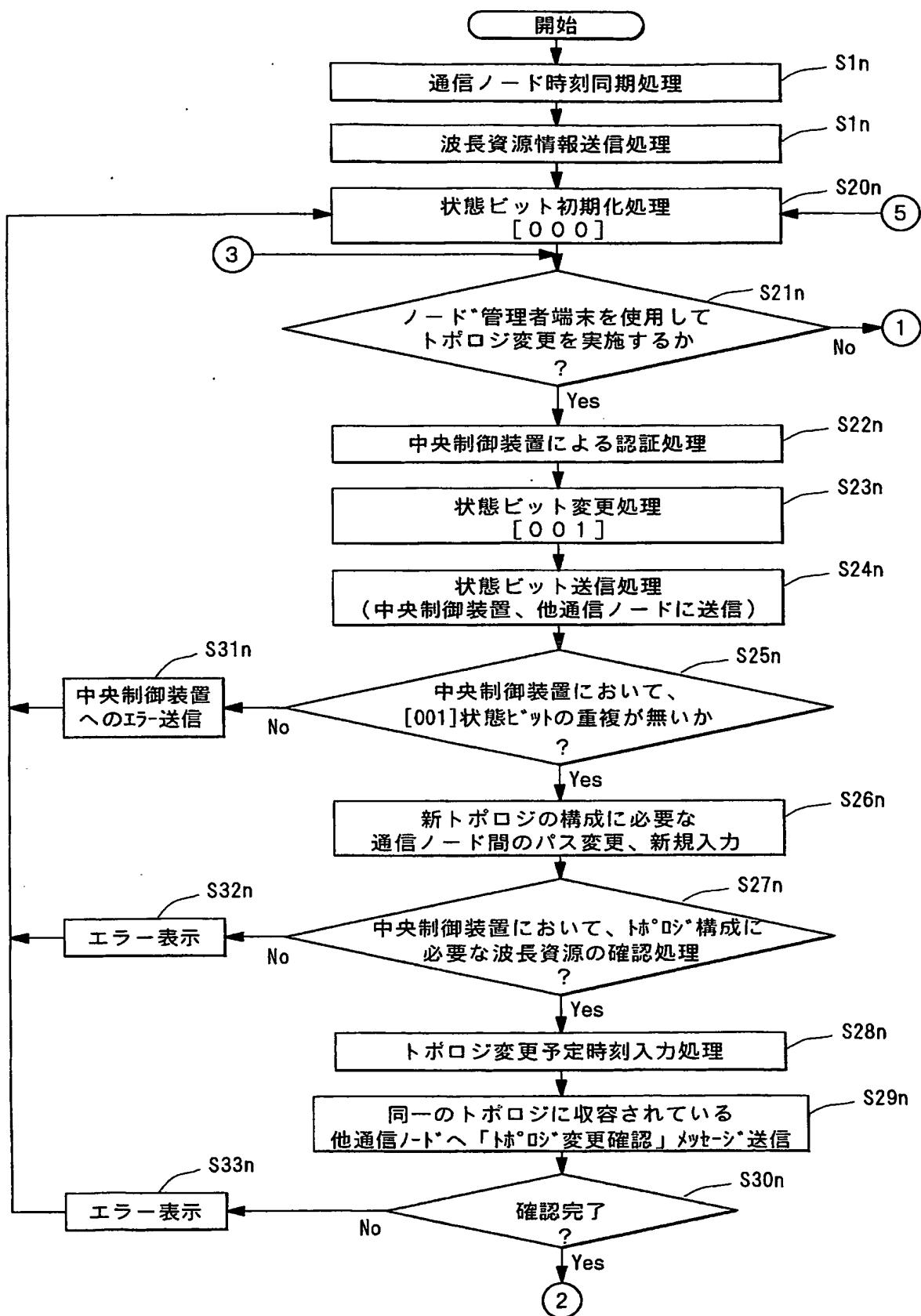
【図 3 1】



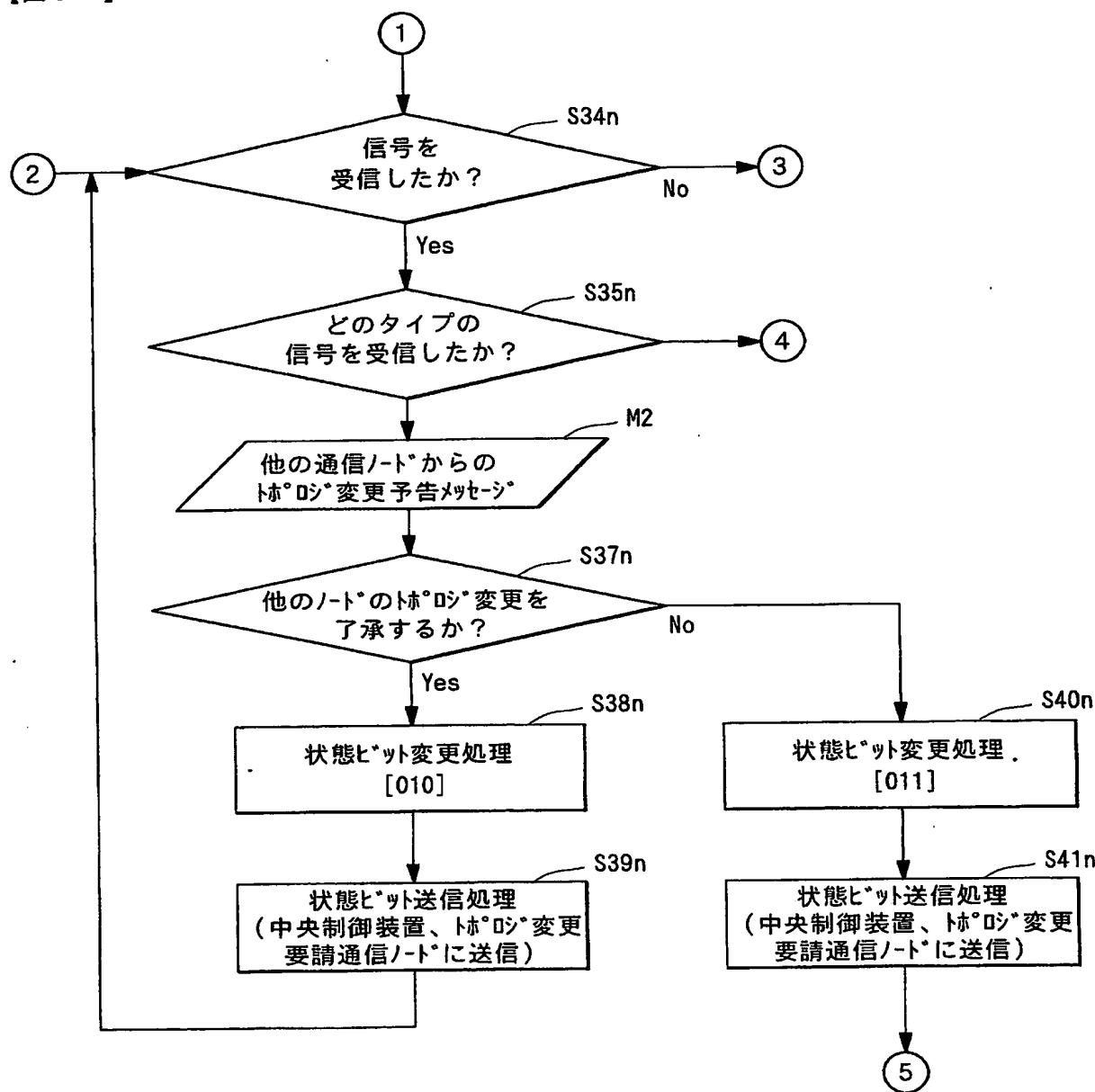
【図32】



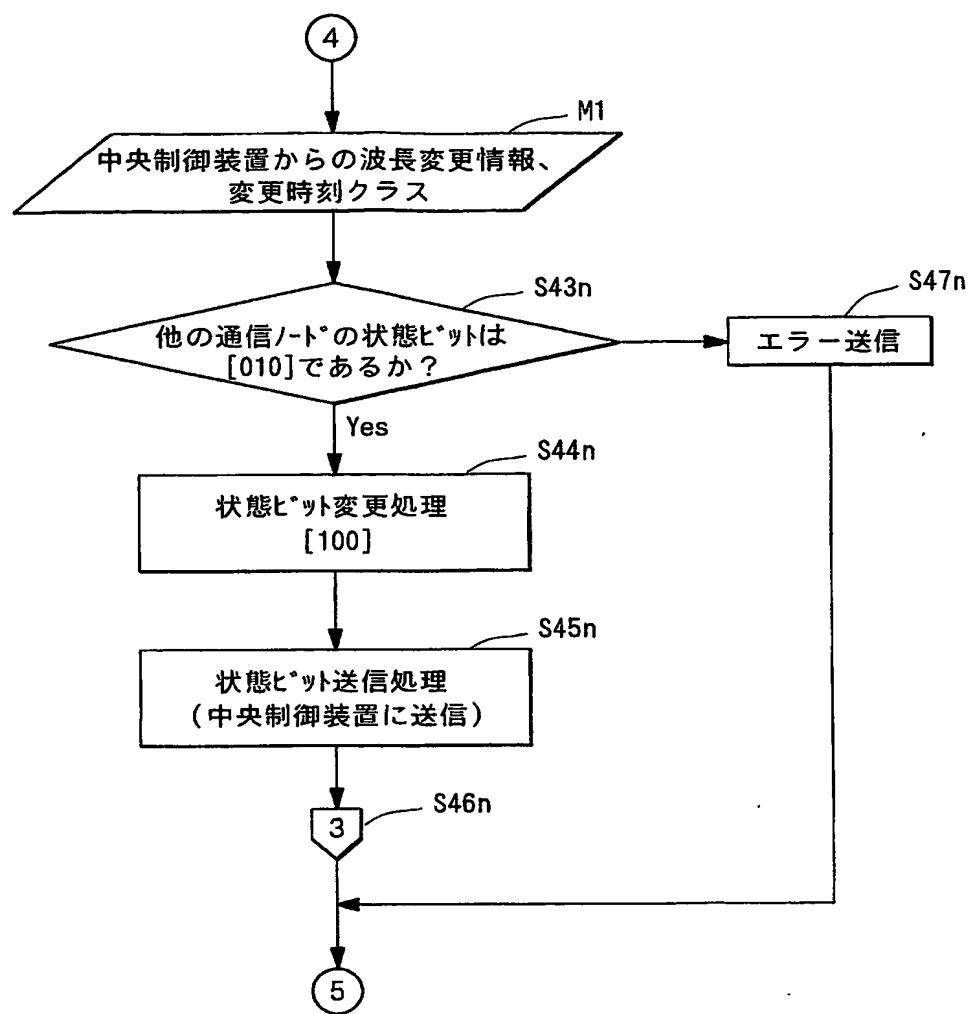
【図33】



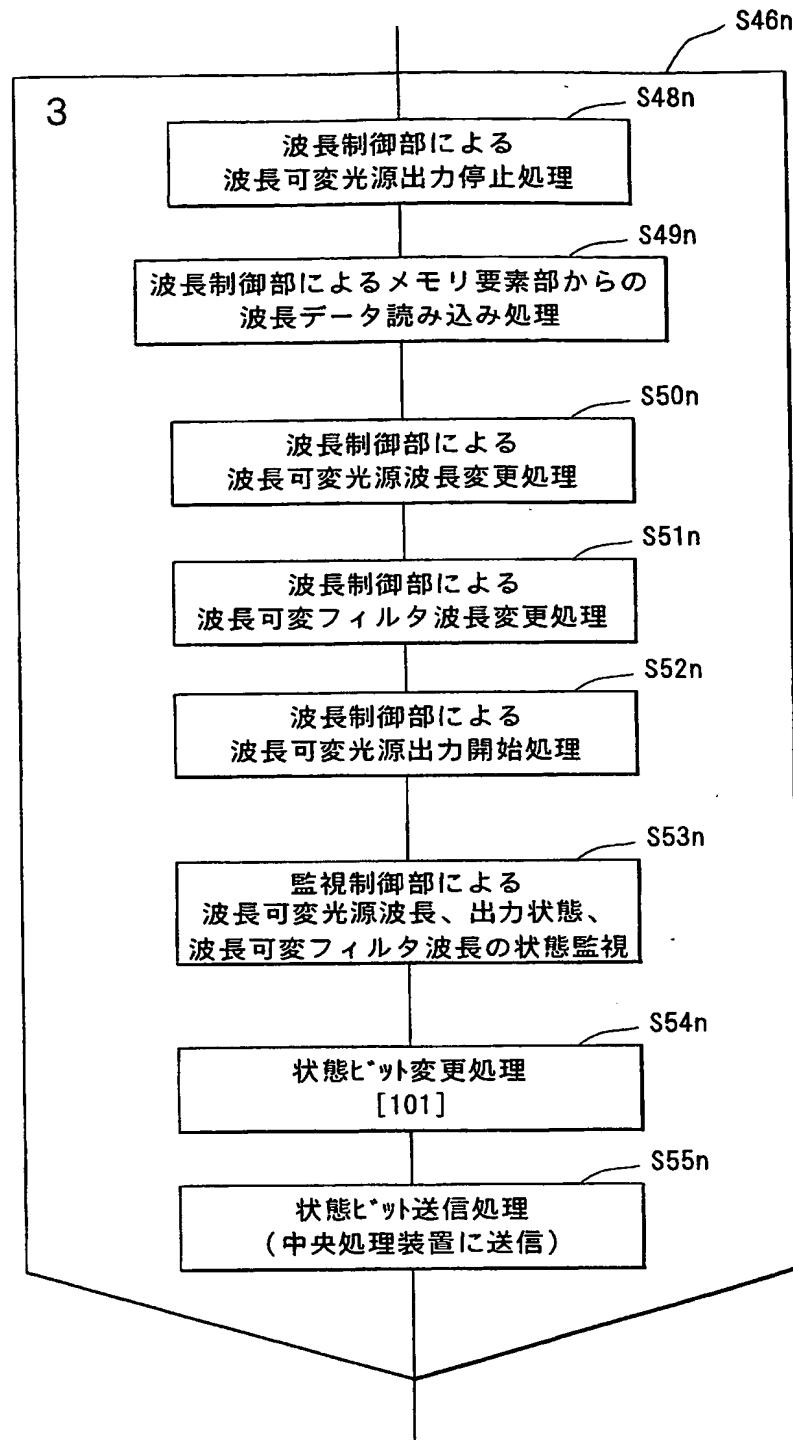
【図34】



【図35】



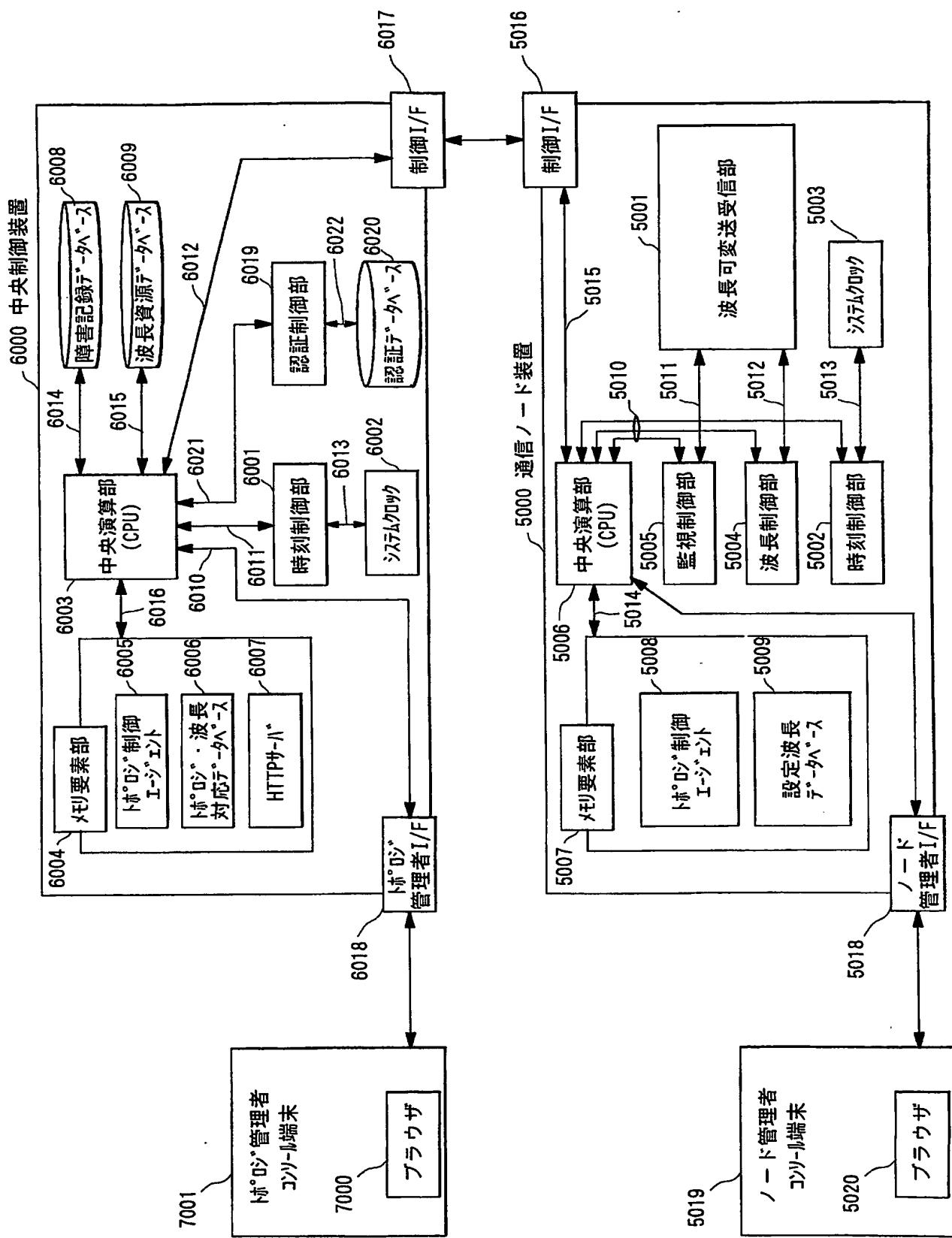
【図36】



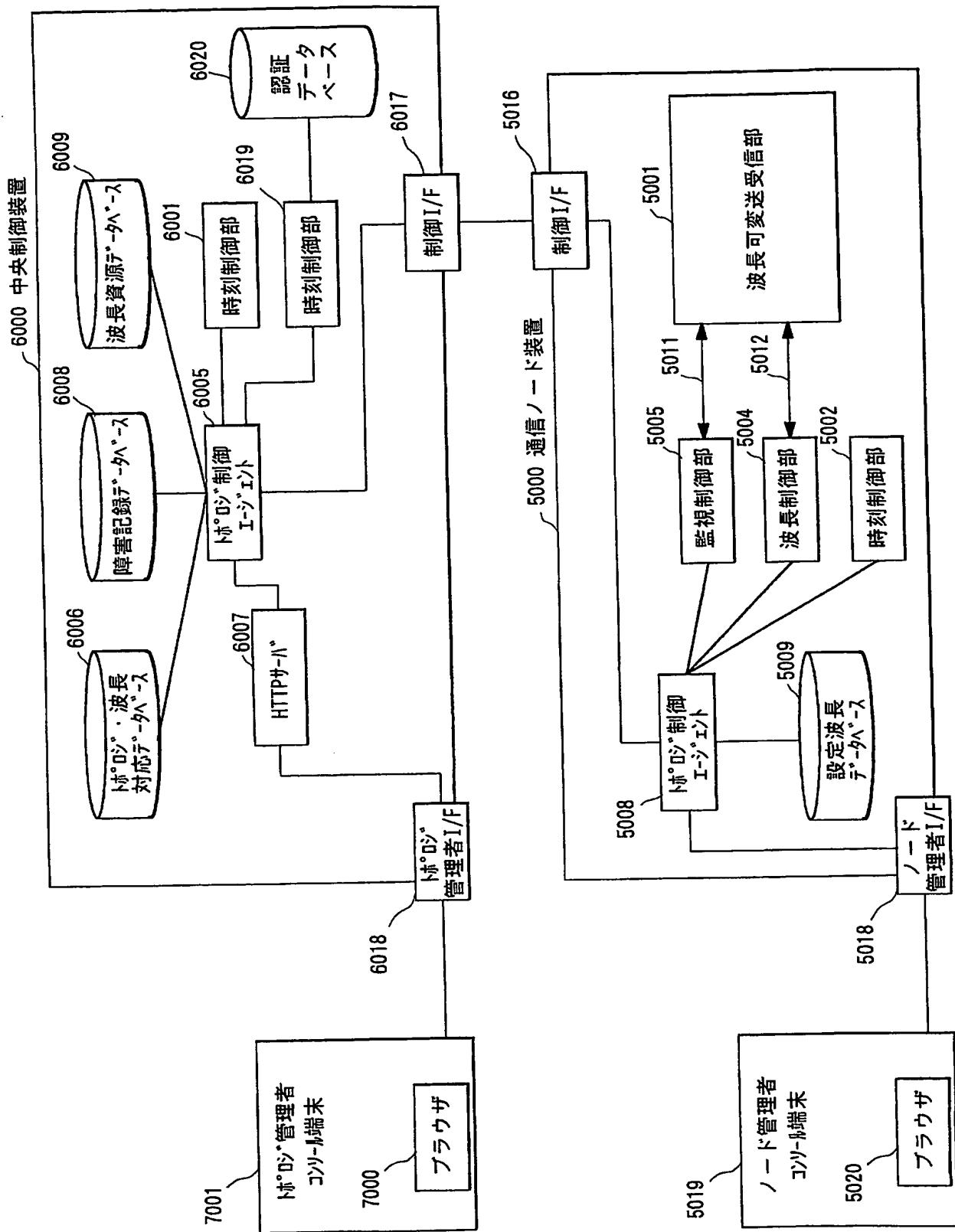
【図37】

状態ビット		通信ノード装置状態
0 0 0		初期状態
0 0 1		トボロジ変更予約状態
0 1 0		他の通信ノードからのトボロジ変更要請受付完了状態
0 1 1		他の通信ノードからのトボロジ変更要請拒否状態
1 0 0		波長、変更時刻クラス受信完了状態
1 0 1		新波長への変更完了状態

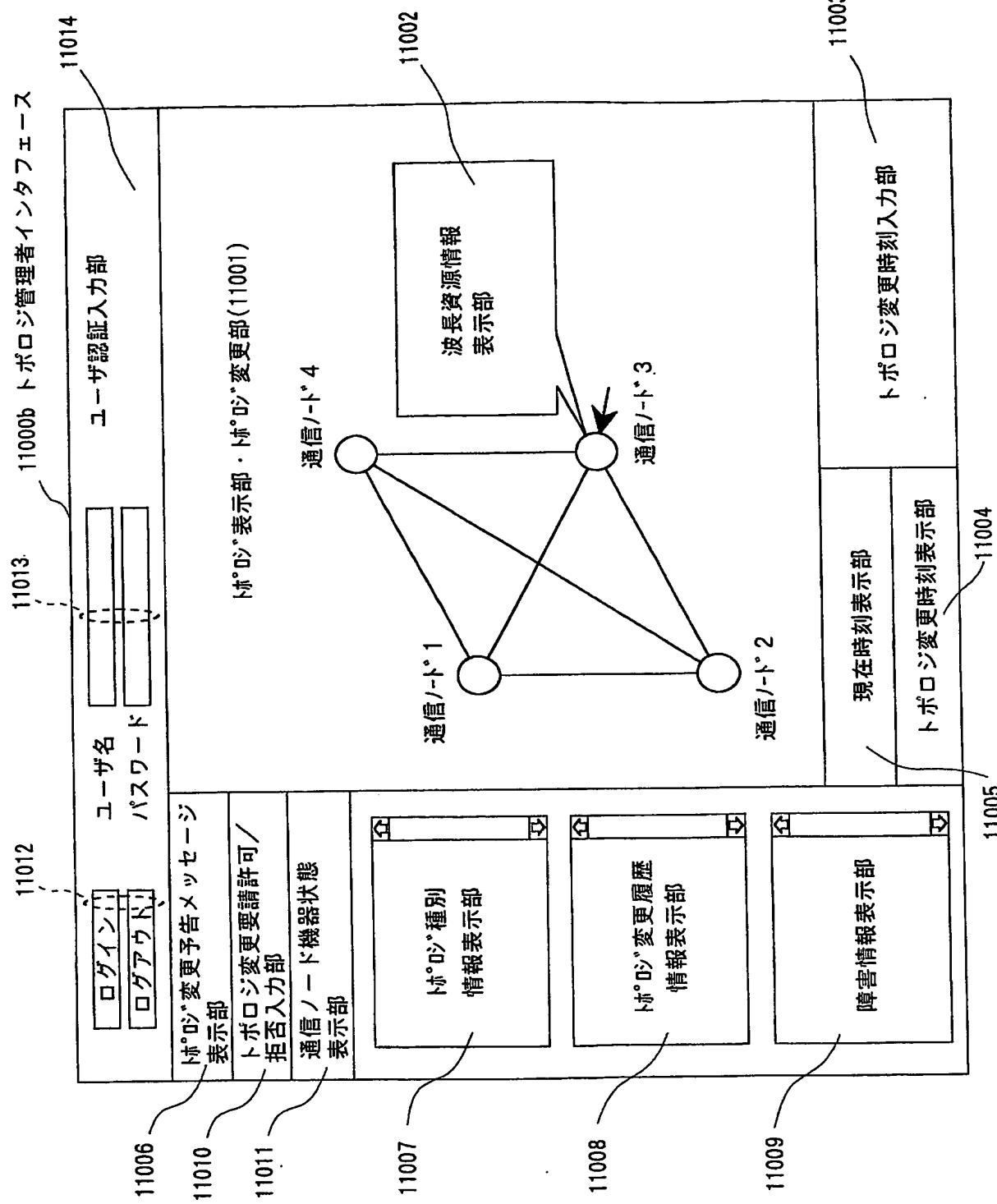
【図38】



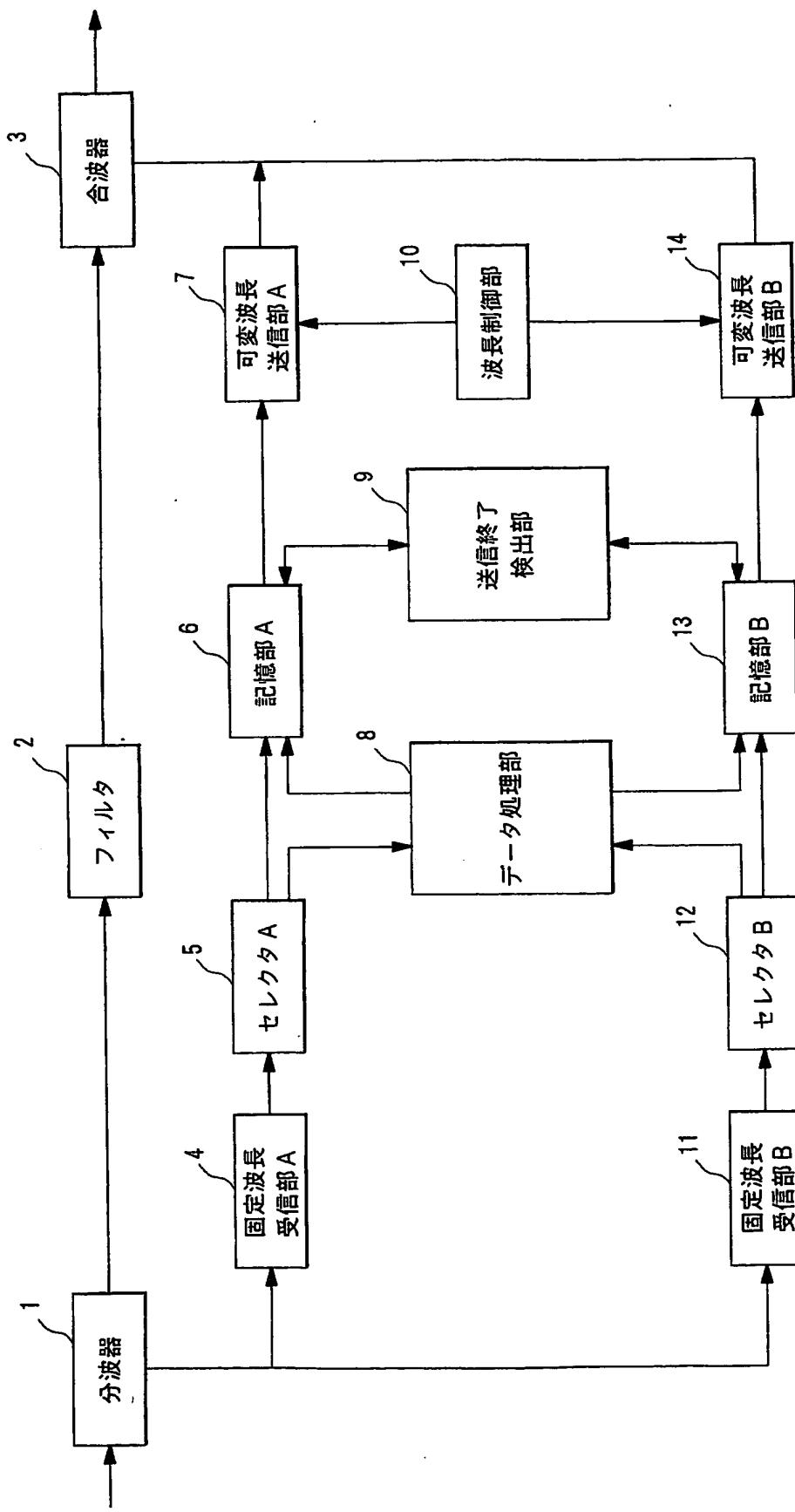
【図39】



【図40】



【図41】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】全ての通信ノード装置の時刻同期を中央制御装置によって実施可能とし、通信ノード装置が自律的に送信波長及び受信波長を高速に変更可能な波長多重光ネットワークシステムを提供する。

【解決手段】中央制御部301に配置された時刻制御部2602がシステムクロック2603から時刻を取得する。通信ノード201～204に配置された時刻制御部は、ランダムに時刻問合せ信号を時刻制御部2602に送信し、その返答として時刻情報を受け取り、受け取った時刻情報を基に自己のシステムクロックに時刻を与え、その結果として中央制御装置301に配置されたシステムクロック2603と通信ノード201～204に配置されたシステムクロックが時刻同期する。また、各通信ノード201～204は中央制御装置301からトポロジ変更時刻を含むトポロジ変更情報を受け取り、トポロジ変更時刻に至ったときに一斉に自立的に送信波長及び受信波長の変更を行う。

【選択図】図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-296582
受付番号	50301371485
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成15年 9月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成15年 8月20日

特願 2003-296582

出願人履歴情報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1999年 7月15日

[変更理由]

住所
氏名

住所変更
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
日本電信電話株式会社